



ITS
Institut
Teknologi
Sepuluh Nopember

TUGAS AKHIR - RG141536

**PEMBUATAN PETA INFORMASI BIDANG
TANAH (PIBT) MENGGUNAKAN WAHANA
DRONE JENIS *QUADCOPTER* DALAM
MENDUKUNG PENDAFTARAN TANAH
SISTEMATIS LENGKAP (PTSL)
(Studi Kasus: Desa Pojok,
Kec. Tawangsari, Kab. Sukoharjo)**

ANGGORO WAHYU WIDODO
NRP 03311440000037

Dosen Pembimbing
Yanto Budisusanto, S.T., M.Eng.
Angung Budi Cahyono, S.T., M.Sc., DEA.

DEPARTEMEN TEKNIK GEOMATIKA
Fakultas Teknik Sipil Lingkungan dan Kebumihan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2018

“Halaman ini sengaja dikosongkan”



TUGAS AKHIR - RG 141536

**PEMBUATAN PETA INFORMASI BIDANG
TANAH (PIBT) MENGGUNAKAN WAHANA
DRONE JENIS *QUADCOPTER* DALAM
MENDUKUNG PENDAFTARAN TANAH
SISTEMATIS LENGKAP (PTSL)
(Studi Kasus: Desa Pojok,
Kec. Tawangsari, Kab. Sukoharjo)**

ANGGORO WAHYU WIDODO
NRP 03311440000037

Dosen Pembimbing
Yanto Budisusanto, S.T., M.Eng.
Agung Budi Cahyono, S.T., M.Sc., DEA.

DEPARTEMEN TEKNIK GEOMATIKA
Fakultas Teknik Sipil Lingkungan Dan Kebumian
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2018

“Halaman ini sengaja dikosongkan”



FINAL ASSIGNMENT - RG 141536

**DEVELOPMENT OF LAND INFORMATION MAP
(PIBT) USING QUADCOPTER UAV IN
SUPPORTING COMPLETED LAND SYSTEMATIC
REGISTRATION (PTSL)
(Case Study: Desa Pojok, Kec. Tawangsari,
Kab. Sukoharjo)**

ANGGORO WAHYU WIDODO
NRP 03311440000037

Supervisor
Yanto Budisusanto, S.T., M.Eng.
Agung Budi Cahyono, S.T., M.Sc., DEA.

GEOMATICS ENGINEERING DEPARTMENT
Faculty Of Civil, Environmental, And Geo Engineering
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2018

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

**PEMBUATAN PETA INFORMASI BIDANG TANAH
(PIBT) MENGGUNAKAN WAHANA *DRONE* JENIS
QUADCOPTER DALAM MENDUKUNG PENDAFTARAN
TANAH SISTEMATIS LENGKAP (PTSL)
(STUDI KASUS: DESA POJOK, KEC. TAWANGSARI,
KAB. SUKOHARJO)**

Nama Mahasiswa : Anggoro Wahyu Widodo
NRP : 0331144000037
Departemen : Teknik Geomatika
Dosen Pembimbing : Yanto Budisusanto, S.T., M.Eng.
Agung Budi Cahyono, S.T., M.Sc., DEA.

ABSTRAK

Seluruh bidang tanah di Indonesia diperkirakan mencapai hingga 130 juta bidang. Dari semua bidang tanah tersebut yang bersertifikat tidak lebih dari 35% atau hanya sekitar 45 juta bidang (Djalil dalam Ramadhiani 2016). Oleh karena itu pemerintah membuat suatu program yang disebut dengan PTSL (Pendaftaran Tanah Sistematis Lengkap) yang bertujuan untuk melakukan pendaftaran bidang-bidang tanah dalam suatu wilayah desa/kelurahan atau nama lainnya yang setingkat. Dalam hal ini maka diperlukan informasi yang menunjang dalam terlaksananya program PTSL tersebut. Informasi tersebut berupa subjek/objek bidang tanah dan mengenai batas bidang tanah tersebut. Informasi tersebut dibuat diatas peta dasar yang didapatkan dari proses pemotretan udara menggunakan wahana *drone* jenis *quadcopter* dan pengumpulan informasi mengenai subjek/objek bidang tanah serta batasnya melalui partisipasi masyarakat atau disebut pemetaan partisipatif. Untuk lokasi penelitian dilakukan di Desa Pojok, Kecamatan Tawang Sari, Kabupaten Sukoharjo.

Pada penelitian ini dihasilkan peta dasar berupa peta orthophoto Desa Pojok, data subjek/objek bidang tanah dan batas-batasnya untuk dijadikan dasar informasi dalam pembuatan Peta Informasi Bidang Tanah (PIBT) serta hasil evaluasi kelayakan

PIBT ini untuk diajukan menjadi Peta Bidang Tanah (PBT) melalui pengujian ketelitian planimetrik luas ($KL = \pm 0,5\sqrt{L}$) antara luas hasil digitasi dengan luas hasil pengukuran lapangan. Dari hasil PIBT tersebut diketahui bahwa Desa Pojok didominasi oleh areal persawahan (bidang tanah sawah) dengan total luas 128,597 ha yang terdiri dari bidang tanah sebanyak 615 bidang dan daerah pemukiman (bidang tanah pekarangan) dengan total luas 69,378 ha yang terdiri dari 1.443 bidang. Pada pengujian ketelitian planimetrik luas yang dilakukan pada 39 sampel, semua sampel memenuhi atau diterima dalam toleransi kesalahan luas dengan selisih terkecil pada bidang seluas 947,54 m² sebesar 0,17 m² dengan toleransi $\pm 15,39$ m² dan selisih terbesar pada bidang seluas 1831,84 m² sebesar 3,34 m² dengan toleransi $\pm 21,40$ m² untuk bidang tanah sawah. Untuk bidang tanah pekarangan selisih terkecil pada bidang seluas 361,97 m² sebesar 0,21 m² dengan toleransi $\pm 9,51$ m² dan selisih terbesar pada bidang seluas 349,57 m² sebesar 1,29 m² dengan toleransi $\pm 9,35$ m². Sehingga PIBT ini dapat dijadikan pertimbangan menjadi peta bidang tanah (PBT) selanjutnya.

Kata Kunci: Bidang Tanah, Drone, Pemetaan Partisipatif, PIBT, PTSL

**DEVELOPMENT OF LAND INFORMATION MAP (PIBT)
USING QUADCOPTER UAV IN SUPPORTING
COMPLETED LAND SYSTEMATIC REGISTRATION
(PTSL)
(CASE STUDY: DESA POJOK, KEC. TAWANGSARI,
KAB. SUKOHARJO)**

Name : Anggoro Wahyu Widodo
NRP : 03311440000037
Department : Teknik Geomatika
Supervisor : Yanto Budisusanto, S.T., M.Eng.
Agung Budi Cahyono, S.T., M.Sc., DEA.

ABSTRACT

The entire of land parcel in Indonesia is estimated reach up to 130million. Only about 45million land parcels or not more than 35% of all is certified (Djalil in Ramadhiani 2016). Because of that, the Government make a program called PTSL (Systematic Land Registration) that aims to register land parcels within an area of villages. In this case, information is supporting the implementation of PTSL programme. The information formed of subject/object of land parcels and with its boundary. Such information is created above the base map obtained from the process of aerial photoshoot using a UAV (Unmanned Aerial Vehicle) and the collection of information through the participation of the community (Pemetaan Partisipatif). Location of the research at Pojok Village, Sukoharjo Regency.

On this research research produced a base map, in the form of Orthophoto's Map Pojok Village, data subject/object of land parcel and its boundaries to be used as basis on forming Land Information Maps (PIBT) and evaluation of the feasibility of PIBT is to filed be Land Parcels Map (PBT) through planimetrik area testing ($KL = \pm 0,5 \sqrt{L}$) between the results of area from digitasi with results of area field measurement. From the results is known the information of subject/object land parcels as well as total of

rice field land parcels is 615 parcels (128,597 ha) and yards land parcels is 1,443 parcels (69,378 ha). On testing precision planimetrik widely performed on 39 samples, all samples received in fault tolerance. The smallest difference area in land parcel 947,54 m² of 0,17 m² with a tolerance of $\pm 15,39$ m² and the largest difference area in land parcel 1831,84 m² of 3,34 m² with a tolerance of $\pm 21,40$ m² for the rice field land parcel. For yards land parcel, the smallest difference area is 0,21m² in area 361,97 m² with a tolerance of $\pm 9,51$ m² and the largest difference area is 1,29 m² in area 349,57 m² with a tolerance of $\pm 9,35$ m². So it rulership PIBT consideration becomes a Land Parcels Map (PBT).

Key Words: *Information, Drone, Land Parcels, Land Registry, Pemetaan Partisipatif*

**PEMBUATAN PETA INFORMASI BIDANG TANAH
(PIBT) MENGGUNAKAN WAHANA *DRONE* JENIS
QUADCOPTER DALAM MENDUKUNG PENDAFTARAN
TANAH SISTEMATIS LENGKAP (PTSL)
(STUDI KASUS: DESA POJOK, KEC. TAWANGSARI,
KAB. SUKOHARJO)**

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
Pada
Program Studi S-1 Teknik Geomatika
Fakultas Teknik Sipil Lingkungan dan Kebumihan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

ANGGORO WAHYU WIDODO

NRP. 03311440000037

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir:

Yanto Budisusanto, S.T., M.Eng.

NIP. 19720613 200604 1 001

(Pembimbing I)

Agung Budi Cahyono, S.T., M.Sc., DEA

NIP. 19690520 199903 1 001

(Pembimbing II)



SURABAYA, JULI 2018

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT atas limpahan rahmat dan karuniaNya, sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir dengan judul **“Pembuatan Peta Informasi Bidang Tanah (PIBT) Menggunakan Wahana Drone Jenis Quadcopter Dalam Mendukung Pendaftaran Tanah Sistematis Lengkap (PTSL) (Studi Kasus: Desa Pojok, Kec. Tawangsari, Kab. Sukoharjo)”** ini dengan baik dan lancar tanpa halangan yang berarti.

Penelitian ini dapat berjalan dengan baik berkat bantuan dan dukungan secara moral maupun material dari banyak pihak. Atas segala bantuan dan dukungan tersebut, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Orang tua penulis, Bapak Sunarno, S.H. dan Ibuk Sujiyati, A.Md., saudara penulis Tinto Gigih Hermawan, *the special one* penulis Anna Permadani yang selalu memberikan motivasi serta seluruh keluarga besar yang selalu memberikan doa, motivasi, dukungan, dan semangat kepada penulis.
2. Bapak Yanto Budisusanto, S.T., M.Eng. selaku dosen pembimbing I dan Bapak Agung Budi Cahyono, S.T., M.Sc., DEA. Selaku dosen pembimbing II yang telah memberikan bimbingan dan saran selama pelaksanaan penelitian tugas akhir berjalan.
3. Bapak Mokhamad Nur Cahyadi, S.T., M.Sc., Ph.D., selaku Ketua Departemen Teknik Geomatika ITS.
4. Bapak Lalu Muhamad Jaelani, S.T., M.Sc., Ph.D., selaku dosen wali atas segala bimbingannya selama penulis belajar di Teknik Geomatika ITS.
5. Warga serta perangkat Desa Pojok, Kecamatan Tawangsari, Kabupaten Sukoharjo yang telah bersama penulis untuk melakukan pemetaan partisipatif dalam rangka pengumpulan data.
6. Teman-teman Koloni Sarean atas kerjasama dan dukungannya.

7. Teman-teman G16 yang telah mendukung dan menghibur selama penelitian tugas akhir berlangsung.
8. Teman-teman yang telah membantu dalam proses pengukuran dan pengambilan data penelitian (JUKI', Sep, Rastra, Irsan, Khariz, Rizha).
9. Semua pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan tugas akhir yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu.

Penulis sangat mengharapkan kritikan dan masukan sebagai pembelajaran bagi penulis untuk menjadi lebih baik. Semoga laporan ini dapat memberikan manfaat bagi semua pihak, khususnya bagi mahasiswa Departemen Teknik Geomatika Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

Akhir kata, penulis menyampaikan terima kasih atas segala kesempatan yang telah diberikan. Wassalam.

Surabaya, Juli 2018

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
ABSTRAK	v
HALAMAN PENGESAHAN.....	ix
KATA PENGANTAR.....	xi
DAFTAR ISI.....	xiii
DAFTAR GAMBAR	xvii
DAFTAR TABEL	xix
DAFTAR LAMPIRAN	xxi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan	4
1.5 Manfaat	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Peta Informasi Bidang Tanah (PIBT).....	5
2.2 Pendaftaran Tanah Sistematis Lengkap (PTSL).....	6
2.3 Fotogrametri.....	7
2.3.1 Fotogrametri Metrik	8
2.3.2 Fotogrametri Interpretatif.....	8
2.4 Foto Udara.....	9
2.5 Foto Udara Format Kecil.....	9
2.6 Restitusi Foto Udara.....	10
2.6.1 Orientasi Relatif dan Absolut.....	11
2.6.2 Triangulasi Udara.....	13
2.7 Skala Foto.....	14
2.7.1 Skala Foto Udara Vertikal dengan Medan yang Tidak Datar	14
2.7.2 Skala Foto Rata-Rata.....	15
2.7.3 <i>Ground Sample Distance</i>	15

2.8 UAV (<i>Unmanned Aerial Vehicle</i>)	16
2.9 Wahana yang Digunakan.....	16
2.10 GCP/ICP	17
2.11 <i>Structure from Motion</i> (SfM)	21
2.11.1 <i>Feature Extraction</i>	23
2.11.2 <i>Feature Matching</i>	24
2.12 Sistem Koordinat Nasional.....	25
2.13 Bidang Tanah	26
2.14 Luas	27
2.15 Uji Ketelitian Peta	28
2.16 Fotogrametri dalam PTSL.....	31
2.17 Penelitian Sebelumnya	32
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	35
3.1 Lokasi Penelitian	35
3.2 Data dan Peralatan.....	35
3.2.1 Data	36
3.2.2 Peralatan.....	36
3.3 Metodologi Penelitian	37
3.3.1 Tahap Penelitian.....	37
3.3.2 Tahap Pengolahan Data.....	40
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	45
4.1 Hasil	45
4.1.1 Perencanaan Jalur Terbang	45
4.1.2 Hasil Pengukuran GCP dan ICP.....	45
4.1.2 Pengolahan Foto dan Orthomosaik.....	48
4.1.3 Koordinat ICP Model dan Lapangan	52
4.1.4 Pemetaan Partisipatif.....	53
4.1.5 Pengukuran Bidang Tanah	54

4.2 Pembahasan	57
4.2.1 Analisa <i>Georeference</i>	57
4.2.2 Analisa <i>Orthophoto</i>	58
4.2.3 Uji Akurasi Planimetrik	59
4.2.4 <i>Digitasi</i> dan Pembuatan Peta Informasi Bidang Tanah.....	60
4.2.5 Analisa Pengukuran Bidang Tanah dengan Hasil <i>Digitasi</i>	64
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	67
5.1 Kesimpulan	67
5.2 Saran.....	68
DAFTAR PUSTAKA.....	69

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Proses Orientasi.....	11
Gambar 2.2	Foto Udara 2D.....	14
Gambar 2.3	Dji Phantom 3 Advanced.....	17
Gambar 2.4	Distribusi dan Jarak Ideal Antar Titik	18
Gambar 2.5	Distribusi dan Jarak antar titik uji.....	19
Gambar 2.6	Ilustrasi Sebaran Titik GCP dan ICP	20
Gambar 2.7	Contoh SIFT yang Terdeteksi.....	24
Gambar 3.1	Lokasi Penelitian, Desa Pojok.....	35
Gambar 3.2	Diagram Alir Pelaksanaan Penelitian Tugas Akhir.....	37
Gambar 3.3	Diagram Alir Pengolahan Data.....	41
Gambar 4.1	Perencanaan Jalur Terbang.....	45
Gambar 4.2	Persebaran Titik GCP.....	46
Gambar 4.3	Standar Deviasi Koordinat Titik GCP	47
Gambar 4.4	Standar Deviasi Koordinat Titik ICP.....	48
Gambar 4.5	Posisi Kamera pada Saat Pemotretan (a) Tampak Sampling, (b) Tampak Atas	49
Gambar 4.6	Foto Gagal Ter-Alignment	50
Gambar 4.7	Hasil <i>Tie Point</i>	50
Gambar 4.8	Hasil Pembentukan <i>Dense Point Cloud</i>	51
Gambar 4.9	Hasil Pembentukan <i>Mesh</i>	51
Gambar 4.10	Hasil Pembentukan Model <i>Textured</i>	51
Gambar 4.11	Hasil Pembentukan Orthomosaik	52
Gambar 4.12	Pengumpulan Data Pertanahan dengan Perangkat Desa.....	53
Gambar 4.13	Pengumpulan Data Pertanahan dengan Kelompok Tani.....	54
Gambar 4.14	Pengumpulan Data Pertanahan dengan Warga Desa Pojok.....	54
Gambar 4.15	Proses <i>Georeferencing</i>	57
Gambar 4.16	Objek Gedung yang Terlihat Kurang Halus	58

Gambar 4.17 Daerah Vegetasi Tinggi	59
Gambar 4.18 Bidang Tanah Berikut Informasinya.....	61
Gambar 4.19 Muka Peta dari Peta Informasi Bidang Tanah (PIBT).....	61
Gambar 4.20 Pemilik Luar Daerah.....	62
Gambar 4.21 Bidang Tanah yang Sepertinya 1 Hak (a), Namun Sudah Menjadi 3 Hak (b)	63
Gambar 4.22 Daerah Vegetasi Tinggi	63

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Jumlah Titik Uji Akurasi Berdasarkan Luasan	19
Tabel 2.2	Ketelitian Geometri Peta RBI.....	28
Tabel 2.3	Ketentuan Ketelitian Geometri Peta RBI Berdasarkan Kelas	28
Tabel 4.1	Koordinat GCP Hasil Pengukuran Lapangan.....	46
Tabel 4.2	Koordinat ICP Hasil Pengukuran Lapangan	47
Tabel 4.3	Koordinat ICP Model dan Koordinat ICP Lapangan	52
Tabel 4.4	Hasil Pengukuran Bidang Tanah dan Hasil Luasannya.....	55
Tabel 4.5	RMS Error Nilai Pergeseran Proses <i>Georeferencing</i>	58
Tabel 4.7	Uji CE90 untuk Peta Skala 1:1000.....	60
Tabel 4.8	Perbandingan Luas dan Toleransinya.....	64

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Dokumentasi Pemotretan Udara Menggunakan Wahana <i>Drone</i>	73
Lampiran 2	Formulir Pengukuran GCP/ICP	77
Lampiran 3	Data Hasil Pemotretan Udara.....	85
Lampiran 4	Proses Pemetaan Partisipatif Dengan Warga Desa Pojok	89
Lampiran 5	Pengukuran Bidang Tanah	93
Lampiran 6	Hasil Pengolahan Data GCP/ICP	95
Lampiran 7	Hasil Perhitungan CE90.....	103
Lampiran 8	Perhitungan Luas Bidang Tanah	104
Lampiran 9	Peta Orthophoto Desa Pojok	106
Lampiran 10	Peta Informasi Bidang Tanah.....	107
Lampiran 11	Peta Informasi Bidang Tanah berdasarkan NLP (No. Lembar Peta)	108

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Menurut Sofyan Djalil sebagai Menteri ATR/BPN melalui kompas.com pada tahun 2016 mengatakan bahwa seluruh bidang tanah di Negara Kesatuan Republik Indonesia ada sekitar 130 juta bidang tanah (Ramadhiani 2016). Dari total 130 juta bidang tanah tersebut baru sekitar 35% atau 45 juta yang memiliki sertifikat. Menurutnya, hingga 50 tahun kedepan seluruh bidang tanah di Indonesia belum bisa memiliki sertifikat. Namun Kementerian ATR/BPN menargetkan pada tahun 2025 seluruh bidang tanah telah terdaftar.

Oleh sebab itu, perlu dilakukan pendaftaran tanah diseluruh wilayah Republik Indonesia secara sistematis dan lengkap atau disebut dengan program Pendaftaran Tanah Sistematis Lengkap (PTSL). Pendaftaran tanah secara sistematis lengkap adalah kegiatan pendaftaran tanah untuk pertama kali yang dilakukan secara serentak yang meliputi semua obyek pendaftaran tanah yang belum didaftar dalam satu wilayah desa/kelurahan atau nama lainnya yang setingkat, dan juga termasuk pemetaan seluruh obyek pendaftaran tanah yang sudah terdaftar dalam rangka menghimpun dan menyediakan informasi yang lengkap mengenai bidang-bidang tanahnya (Indonesia, ATR/BPN 2016). Dalam mendukung program PTSL maka diperlukan adanya data subyek dan obyek bidang tanah dalam satu satuan wilayah administrasi desa/kelurahan sehingga terbangun Peta Informasi Bidang Tanah (PIBT) (Indonesia, Direktur Jenderal Infrastruktur Keagrariaan 2017). Peta Informasi Bidang Tanah merupakan peta hasil dari kegiatan pemetaan bidang tanah melalui partisipasi masyarakat dalam pengumpulan datanya. Peta ini berisi informasi mengenai 1 (satu) atau lebih bidang tanah yang memuat posisi bidang tanah dan informasi

tentang bidang tanah tersebut beserta nama pemiliknya atau subyek yang menguasai bidang tanah tersebut (Direktur Jenderal Infrastruktur Keagrariaan 2017). Dengan perkembangan teknologi penginderaan jauh dan fotogrametri, saat ini telah tersedia berbagai alat pendukung dalam kegiatan pembuatan PIBT Lengkap antara lain berupa Citra Satelit Resolusi Tinggi (CSRT), foto udara dengan wahana pesawat, foto udara dengan menggunakan wahana *Unmanned Aerial Vehicle (UAV)/drone*, dan lain sebagainya.

Pada penelitian ini akan dilakukan pembuatan peta informasi bidang tanah dengan peta dasar yang didapatkan melalui pemetaan fotogrametri dengan metode foto format kecil menggunakan wahana *drone* jenis *quadcopter*. Agar data yang diperoleh lengkap, proses identifikasi dan validasi batas bidang tanah dilakukan secara kolaboratif dengan partisipasi aktif masyarakat, pemerintah daerah atau *stake holders* lainnya. Dengan melakukan pemetaan partisipatif, masyarakat dapat menjadi kontrol satu bidang dengan bidang lainnya yang bersebelahan sehingga potensi terjadinya konflik pertanahan akibat sengketa batas atau sengketa kepemilikan bidang tanah yang diakibatkan oleh adanya kesalahan meletakan/plotting bidang tanah dapat diminimalkan.

Dari penelitian ini akan dihasilkan peta dasar berupa peta orthophoto Desa Pojok, data subjek/objek bidang tanah dan batas-batasnya untuk dijadikan dasar informasi dalam pembuatan Peta Informasi Bidang Tanah (PIBT) serta hasil evaluasi kelayakan PIBT ini untuk diajukan menjadi Peta Bidang Tanah (PBT). Peta Informasi Bidang Tanah (PIBT) ini informasinya dapat dimanfaatkan untuk penyusunan kebijakan pertanahan dan ruang. Kebijakan pertanahan dan ruang ini seperti perkiraan jumlah bidang dalam 1 (satu) wilayah administrasi desa/kelurahan yang selanjutnya dapat dimanfaatkan untuk menunjang program PTSL. Sedangkan dari PIBT yang telah memenuhi syarat dan standar

Kementerian ATR/BPN dapat dikutip menjadi Peta Bidang Tanah beserta informasi tentang bidang tanah.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah yang diangkat dalam penelitian Tugas Akhir ini sebagai berikut:

- a. Bagaimana penyediaan peta informasi bidang tanah (PIBT) di Desa Pojok, Kec. Tawang Sari, Kab. Sukoharjo.
- b. Bagaimana hasil ukuran bidang tanah yang didapatkan dari peta informasi bidang tanah dibandingkan dengan pengukuran langsung dilapangan.
- c. Apakah peta informasi bidang tanah (PIBT) yang dihasilkan memenuhi persyaratan untuk dijadikan peta bidang tanah sesuai dengan Petunjuk Teknis Pembuatan Peta Informasi Bidang Tanah Melalui Partisipasi Masyarakat.

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah dari penelitian Tugas Akhir ini sebagai berikut:

- a. Wilayah studi kasus dilakukan dalam 1 desa, sesuai dengan Petunjuk Teknis Pembuatan Peta Informasi Bidang Tanah Melalui Partisipasi Masyarakat yang dituliskan bahwa diperlukan adanya data subyek dan obyek bidang tanah dalam satuan administrasi desa/kelurahan.
- b. Penelitian dilakukan hingga dihasilkan peta informasi bidang tanah saja yang sesuai Petunjuk Teknis Pembuatan Peta Informasi Bidang Tanah Melalui Partisipasi Masyarakat yang dikeluarkan oleh Direktur Jenderal Infrastruktur Keagrariaan dan dalam hal ini masih dalam kegiatan penelitian belum hingga dilakukan kegiatan tingkat instansi.

1.4 Tujuan

Adapun tujuan dari penelitian Tugas Akhir ini adalah:

- a. Membuat peta informasi bidang tanah menggunakan wahana *drone* jenis *quadcopter*.
- b. Menghimpun data kepemilikan dan status tanah yang melibatkan masyarakat secara partisipatif.
- c. Membandingkan hasil ukuran bidang tanah yang didapatkan dari peta informasi bidang tanah dengan pengukuran langsung dilapangan.
- d. Melakukan analisa mengenai kelayakan peta informasi bidang tanah untuk dijadikan peta bidang tanah.
- e. Membuat peta informasi bidang tanah (PIBT) di Desa Pojok, Kec. Tawangsari, Kab. Sukoharjo.

1.5 Manfaat

Manfaat yang ingin diperoleh dari tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Didapatkan peta foto udara format kecil Desa Pojok, Kec. Tawangsari, Kab. Sukoharjo.
2. Memperoleh data yang lengkap atas bidang tanah dalam 1 (satu) desa.
3. Menjadi salah satu alternatif metode dalam memperoleh sumber data bidang tanah tanpa terjun kelapangan jika memenuhi syarat secara geometri pada juknis PTSL.
4. Dapat dijadikan pertimbangan instansi terkait dalam mendukung program pendaftaran tanah sistematis lengkap (PTSL).

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Peta Informasi Bidang Tanah (PIBT)

Tanah dan ruang merupakan kebutuhan dasar tiap manusia, terutama pada kegiatan pembangunan. Untuk menyamakan semua pihak akan hal-hal yang terkait dengan tanah dan ruang (informasi spasial) maka diterapkan *One Map Policy* (OMP). Yaitu kebijakan satu peta atau OMP ini diharapkan dapat digunakan sebagai dasar bekerja bagi setiap instansi atau pihak lain yang memerlukan agar dapat dihindari *overlapping* atau *gap* dalam hal pembangunan secara umum. Kementerian ATR/BPN dapat memanfaatkan kebijakan OMP untuk percepatan pendaftaran tanah. Mengingat ketersediaan peta dasar masih menjadi kendala sampai dengan saat ini, Kementerian ATR/BPN dapat memanfaatkan peta dasar yang telah tersedia atau yang dibangun oleh instansi/pihak lain dalam rangka OMP (Indonesia, Direktur Jenderal Infrastruktur Keagrariaan 2017).

Dalam rangka percepatan pendaftaran tanah, diperlukan adanya data subyek dan obyek bidang tanah dalam satu satuan wilayah administrasi desa/kelurahan sehingga terbangun Peta Informasi Bidang Tanah (PIBT). PIBT minimal memuat posisi bidang tanah beserta informasi tentang bidang tanah beserta nama pemiliknya atau subyek yang menguasai bidang tanah tersebut. Pembuatan PIBT dapat memanfaatkan potensi-potensi kerjasama dengan pihak-pihak berkepentingan tersebut, misalnya: Pemerintah Daerah, Desa/Kelurahan, pihak swasta/investor, atau pihak lainnya. PIBT dapat dibuat dengan menyesuaikan ketersediaan anggaran (Indonesia, Direktur Jenderal Infrastruktur Keagrariaan 2017).

PIBT yang telah memenuhi syarat dan standar di Kementerian ATR/BPN dapat ditindaklanjuti secara langsung menjadi sertipikat hak atas tanah. Perkembangan teknologi penginderaan jauh dan Fotogrametri, saat ini telah tersedia

berbagai alat pendukung dalam kegiatan pembuatan PIBT Lengkap antara lain berupa Citra Satelit Resolusi Tinggi (CSRT), foto udara dengan wahana pesawat, foto udara dengan menggunakan wahana *Unmanned Aerial Vehicle (UAV)/drone*, dan lain sebagainya.

Metode fotogrametri bisa digunakan untuk mengidentifikasi batas bidang tanah secara visual. Agar diperoleh data yang lengkap, proses identifikasi dan validasi batas bidang tanah dilakukan secara kolaboratif dengan partisipasi aktif masyarakat, pemerintah daerah atau *stakeholders* lainnya. Metode pemetaan partisipatif masyarakat juga dapat dijadikan sebagai alat kontrol satu bidang dengan bidang lainnya yang bersebelahan sehingga potensi terjadinya konflik pertanahan akibat sengketa batas atau sengketa kepemilikan bidang tanah yang diakibatkan oleh adanya kesalahan meletakkan/*plotting* bidang tanah dapat diminimalkan. Dengan mengkolaborasikan seluruh elemen partisipasi masyarakat, selain diperoleh informasi mengenai bidang-bidang tanah, juga dapat dilaksanakan pekerjaan pembenahan data pendaftaran tanah sebelumnya, manajemen dokumen serta penyiapan data bidang bidang tanah untuk ditindaklanjuti dalam kegiatan sertifikasi bidang tanah. (Direktur Jenderal Infrastruktur Keagrariaan 2017)

2.2 Pendaftaran Tanah Sistematis Lengkap (PTSL)

Pendaftaran tanah secara sistematis lengkap adalah kegiatan pendaftaran tanah untuk pertama kali yang dilakukan secara serentak yang meliputi semua obyek pendaftaran tanah yang belum didaftar dalam satu wilayah desa/kelurahan atau nama lainnya yang setingkat, dan juga termasuk pemetaan seluruh obyek pendaftaran tanah yang sudah terdaftar dalam rangka menghimpun dan menyediakan informasi yang lengkap mengenai bidang-bidang tanahnya (Indonesia, ATR/BPN 2016). Penyelenggaraan pendaftaran tanah sistematis lengkap dapat dilaksanakan sebagai kegiatan

rutinitas Kantor Pertanahan atau merupakan kegiatan tahunan dari suatu proyek/program.

Salah satu tahapan dari kegiatan pendaftaran tanah adalah kegiatan pengumpulan data fisik. Pengumpulan data fisik adalah kegiatan mengumpulkan data fisik yang meliputi (Indonesia, ATR/BPN 2016):

- a. penetapan batas bidang tanah,
- b. pengukuran batas bidang tanah,
- c. pemetaan bidang tanah,
- d. pengumuman data fisik,
- e. menjalankan prosedur dan memasukkan data dan informasi yang berkaitan dengan data fisik bidang tanah di aplikasi KKP dengan berpedoman kepada ketentuan peraturan perundang-undangan yang mengatur tentang pengukuran dan pemetaan bidang tanah.

Pengumpulan data fisik dalam rangka percepatan pendaftaran tanah sistematis lengkap akan optimal hasilnya apabila dalam pelaksanaan pengukuran dan pemetaan bidang tanah dilaksanakan secara sistematis mengelompok dalam satu wilayah desa/kelurahan lengkap, disamping harus didukung dengan adanya ketersediaan peta dasar pendaftaran tanah.

2.3 Fotogrametri

Fotogrametri adalah suatu seni, ilmu dan teknik untuk memperoleh informasi metris tentang objek fisik dan keadaan dipermukaan bumi melalui proses perekaman, pengukuran, dan penafsiran citra fotografik (Hariyanto 2003). Citra fotografik adalah foto udara yang diperoleh dari pemotretan dari udara yang menggunakan pesawat terbang atau wahana terbang lainnya. Hasil dari proses fotogrametri adalah berupa peta foto atau peta garis. Peta ini umumnya dipergunakan untuk berbagai kegiatan perencanaan dan desain seperti jalan raya, jalan kereta api, jembatan, jalur pipa, tanggul, jaringan listrik, jaringan telepon, bendungan, pelabuhan, pembangunan

perkotaan, dsb. Fotogrametri atau *aerial surveying* adalah teknik pemetaan melalui foto udara. Hasil pemetaan secara fotogrametrik berupa peta foto dan tidak dapat langsung dijadikan dasar atau lampiran penerbitan peta.

Arti fotogrametri yang tersirat pada definisi tersebut mencakup dua bidang yang berbeda, yaitu:

2.3.1 Fotogrametri Metrik

Terdiri dari pengukuran cermat berdasarkan foto dan sumber informasi lain yang pada umumnya digunakan untuk menentukan lokasi relatif titik-titik. Dengan demikian dimungkinkan untuk memperoleh ukuran jarak, sudut, luas, volume, elevasi, ukuran dan bentuk objek.

2.3.2 Fotogrametri Interpretatif

Mempelajari pengenalan dan identifikasi objek serta menilai arti pentingnya objek tersebut melalui suatu analisis sistematis dan cermat (Al-Ayyubi 2017).

Fotogrametri metrik diterapkan terutama dalam penyusunan planimetrik dan peta topografi dari foto. Foto-foto tersebut lebih sering menggunakan foto udara (yang diambil dari pesawat terbang), tapi foto terestris (yang diambil dari permukaan bumi dengan kamera) juga dapat digunakan. Sedangkan untuk fotogrametri interpretatif termasuk dalam cabang interpretasi fotografi dan penginderaan jauh. Interpretasi fotografi melibatkan sistematis studi gambar fotografi yang bertujuan untuk identifikasi obyek dan penilaian signifikansinya. Penginderaan jauh merupakan cabang baru dari fotogrametri interpretatif seperti penafsiran fotografi yang digunakan untuk mengenali obyek tanpa kontak fisik secara langsung. Pemetaan secara fotogrametrik tidak dapat lepas dari referensi pengukuran secara terestris, mulai dari penetapan *ground controls* (titik dasar kontrol) hingga kepada pengukuran batas tanah. Batas-batas tanah yang diidentifikasi pada peta foto harus diukur di lapangan.

2.4 Foto Udara

Foto Udara adalah hasil pemotretan suatu daerah dari ketinggian tertentu, dalam ruang lingkup atmosfer menggunakan kamera. Misalnya pemotretan menggunakan pesawat terbang, helikopter, balon udara, *drone*/UAV, dan wahana lainnya. Keuntungannya, penggunaan foto udara menghasilkan gambar/citra yang lebih detail (resolusi sekitar 15 cm), tidak terkendala awan, karena pengoperasiannya pada ketinggian di bawah awan. Kelemahannya, foto udara terdiri dari kumpulan scene kecil yang banyak, terlebih lagi untuk pemotretan dengan area yang sangat luas. Pengoperasian foto udara juga sangat tergantung dari cuaca, seperti faktor angin. Misalnya untuk penggunaan UAV, hasil foto udara kurang bagus jika tiupan angin terlalu kencang, karena hasil pemotretan kurang stabil. Kelemahan yang lain, foto udara harus bersamaan dengan pengambilan GCP (*Ground Control Point* di Lapangan) untuk melakukan koreksi geometrik (*orthorectification*), karena kalau tidak, bisa dipastikan keakuratan geometrik akan sangat rendah. Dari segi biaya, foto udara jauh lebih mahal jika dibandingkan dengan citra satelit, karena banyak hal yang diperlukan, seperti biaya operasional pesawat, izin penerbangan (misal untuk pesawat terbang, helikopter), biaya personil ke lapangan (pengambilan titik koordinat GCP ataupun pengoperasian pesawat), dan lain-lain.

2.5 Foto Udara Format Kecil

Foto Udara Format Kecil (FUFK) adalah foto yang dihasilkan dari pemotretan yang menggunakan kamera dengan ukuran film sekitar 24 mm x 36 mm dengan panjang focus 35 mm. Kamera tersebut sistem lensanya tidak didesain untuk keperluan pemetaan (tidak dilengkapi fiducial mark dan harga orientasi dalamnya seperti koordinat *fiducial mark*, panjang fokus terkalibrasi, lokasi titik utama tidak diketahui) dan dapat berupa kamera analog atau digital (Warner dkk 1996).

Keunggulan Foto Udara Format Kecil (FUFK) ini yaitu kemudahan pengadaan/sewa peralatan dan biaya yang relatif murah. Tetapi memiliki kelemahan utama yaitu ketidaksempurnaan sistem lensa kamera untuk keperluan pemetaan dan juga tidak cocok dipergunakan untuk daerah dengan cakupan luas. Untuk daerah dengan cakupan cukup luas dan diinginkan data spasial dengan ketelitian tinggi akan efektif dan efisien jika mempergunakan foto udara metrik format standar (Harintaka 2008).

2.6 Restitusi Foto Udara

Restitusi (*restitution*) atau rekonstruksi foto udara pada hakekatnya merupakan suatu proses untuk mendapatkan kembali informasi dari data yang terekam pada foto udara ke informasi objek yang ada dipermukaan tanah.

Sesuai dengan keperluan, informasi dapat berupa informasi 2D atau planimetri (X,Y) saja atau informasi 3D (X,Y,Z). Dari foto udara, kedua jenis informasi geometri tersebut dapat diperoleh melalui proses restitusi foto tunggal dan restitusi stereo.

1) Restitusi Foto Stereo

Dapat diartikan sebagai pengembalian sesuatu yang hilang, atau rekonstruksi model fiktif 3D dari pasangan foto 2D.

2) Restitusi Foto Tunggal

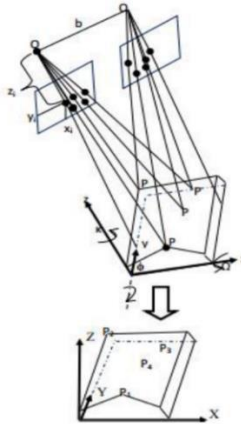
Merupakan proses koreksi citra agar foto udara dapat bebas dari distorsi akibat kemiringan kamera saat pemotretan serta koreksi terhadap skala.

Pembentukan model 3D dari pasangan foto dilakukan melalui tahapan sebagai berikut:

2.6.1 Orientasi Relatif dan Absolut

Menurut Kraus (2007), proses orientasi terdiri atas dua hal yaitu:

1. Pembentukan model stereo dalam sistem koordinat 3D dari dua foto.
2. Setelah itu, model ditransformasikan ke dalam sistem koordinat tanah (XYZ).



Gambar 2. 1 Proses Orientasi
(Kraus 2007)

Keterangan:

- x_i, y_i, z_i = koordinat pusat proyeksi kamera
 x, y, z = koordinat objek pada sistem koordinat model
 X, Y, Z = koordinat objek pada sistem koordinat tanah
 M = skala pada sistem xyz
 R = matriks rotasi 3D dalam sistem xyz ke sistem XYZ yang didefinisikan dalam Ω, ϕ, κ
 P_1, P_2, \dots, P_4 = objek di permukaan bumi
 O_1, O_2 = pusat proyeksi kamera

- Ω = rotasi pada sumbu x foto
 Φ = rotasi pada sumbu y foto
 K = rotasi pada sumbu z foto

Orientasi relatif adalah penempatan sepasang foto udara tersebut agar memiliki posisi dan orientasi seperti pada saat pemotretan (Soeta'at 2011). Tujuan utama dari proses Orientasi relatif ini adalah membuat model dari sepasang foto stereo dengan menentukan *Tie Point* pada masing-masing foto. Pada proses ini dilakukan juga transformasi sistem koordinat dari sistem koordinat foto ke sistem koordinat model.

Orientasi absolut merupakan proses pengikatan sistem koordinat model ke sistem koordinat tanah (Soeta'at 2011). Terdapat 7 parameter yang dicari yaitu: faktor skala (λ), tiga sudut rotasi omega (ω), phi (ϕ), kappa (κ) dan koordinat yang menunjukkan posisi kamera (X_0, Y_0, Z_0). Secara analitis, orientasi absolut adalah melakukan transformasi tiga dimensi dari sistem koordinat model ke sistem koordinat tanah. Slama (1980) menyatakan hubungan antara sistem koordinat model dengan sistem koordinat tanah dapat dimodelkan dalam persamaan berikut:

$$\begin{pmatrix} X \\ Y \\ Z \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} X_0 \\ Y_0 \\ Z_0 \end{pmatrix} + \lambda \cdot R \begin{pmatrix} x \\ y \\ z \end{pmatrix} \quad (2.1)$$

Keterangan:

- X, Y, Z = koordinat dalam sistem koordinat tanah
 X_0, Y_0, Z_0 = Parameter translasi
 λ = faktor skala
 x, y, z = koordinat dalam sistem koordinat model
 R = matriks rotasi

Persamaan matriks rotasi (R) dapat dituliskan sebagai berikut:

$$R = \begin{bmatrix} m_{11} & m_{21} & m_{31} \\ m_{12} & m_{22} & m_{23} \\ m_{13} & m_{23} & m_{33} \end{bmatrix} \quad (2. 2)$$

Keterangan:

$$\begin{aligned} m_{11} &= \cos \phi \cos \kappa \\ m_{12} &= \sin \omega \sin \phi \cos \kappa + \cos \omega \sin \kappa \\ m_{13} &= -\cos \omega \sin \phi \cos \kappa + \sin \omega \sin \kappa \\ m_{21} &= -\cos \phi \sin \kappa \\ m_{22} &= -\sin \omega \sin \phi \sin \kappa + \cos \omega \cos \kappa \\ m_{23} &= \cos \omega \sin \phi \sin \kappa + \sin \omega \cos \kappa \\ m_{31} &= \sin \phi \\ m_{32} &= -\sin \omega \cos \phi \\ m_{33} &= \cos \omega \cos \phi \end{aligned}$$

2.6.2 Triangulasi Udara

Dalam kegiatan pemotretan udara, untuk meminimalisir biaya dan mempercepat proses, maka dipergunakan titik kontrol tanah (GCP) seminim mungkin. Untuk perapatan GCP tersebut dilakukan dengan Triangulasi Udara.

Triangulasi udara adalah metode untuk mendapatkan parameter orientasi luar (EO). Orientasi luar adalah posisi dan orientasi dari kamera saat pengambilan gambar. Posisi kamera berarti posisi pusat foto dalam bentuk koordinat X, Y, Z. Orientasi kamera ditunjukkan dengan omega (rotasi pada sumbu x), phi (rotasi pada sumbu y) and kappa (rotasi pada sumbu z). Koordinat X, Y, Z dan omega, phi, kappa disebut sebagai enam parameter orientasi luar (EOP).

Triangulasi udara digunakan untuk mendapatkan parameter orientasi luar dan nilai koordinat setiap titik ikat foto udara yang berbasis GCP agar setiap foto dapat

diorientasikan secara benar dan akurat yang selanjutnya dapat digunakan untuk menghasilkan produk fotogrametri dan geospasial lainnya.

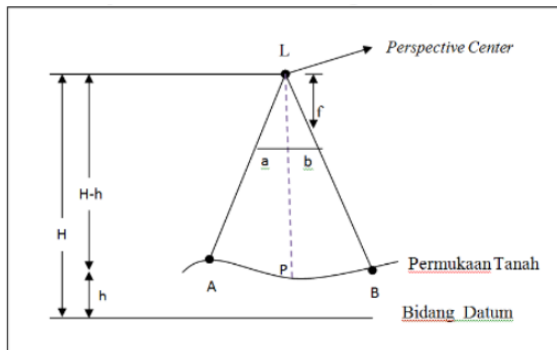
2.7 Skala Foto

Skala peta biasanya diartikan sebagai perbandingan antara jarak di dalam peta dan jarak yang sebenarnya. Dalam foto udara, skala yang dimaksud adalah merupakan perbandingan antara panjang fokus (f) dengan tinggi terbang pesawat dengan bidang rata-rata tanah (H).

Skala ini hanya berlaku untuk foto udara vertikal dengan daerah yang relatif datar. Skala data dinyatakan dalam unit setara, dalam rangka pecahan tanpa besaran, atau dalam perbandingan tanpa besaran. Sebagai contoh, apabila 1 inci pada peta atau foto mewakili 1.000 kaki (12.000 inci) diatas tanah.

2.7.1 Skala Foto Udara Vertikal dengan Medan yang Tidak Datar

Medan yang dipotret mempunyai ketinggian yang beraneka, maka jarak obyek akan berbeda-beda pula, sebagai akibatnya maka skala didalam foto tersebut menjadi berbeda-beda pula. (Hertanto 2014)



Gambar 2. 2 Foto Udara 2D
(Hertanto 2014)

Dari gambar diatas, maka dua segitiga sebangun dan L_{ab} dan L_{AB} dapat dinyatakan bahwa skala S_{AB} adalah sebagai berikut:

$$S_{AB} = \frac{ab}{AB} = \frac{f}{H'} \quad (2.3)$$

Dimana:

S_{AB} = Skala

ab = Ukuran sensor

AB = Ukuran sebenarnya

f = fokus

H' = Tinggi kamera

2.7.2 Skala Foto Rata-Rata

Skala rata-rata merupakan skala pada ketinggian rata-rata medan yang terliput oleh suatu foto udara tertentu dan dinyatakan sebagai berikut:

$$S_{rata-rata} = \frac{f}{H - h_{rata-rata}} \quad (2.4)$$

Apabila harus digunakan skala rata-rata maka harus dimengerti bahwa hal itu hanya tepat pada titik-titik yang terletak pada ketinggian rata-rata saja (Hertanto 2014).

2.7.3 Ground Sample Distance

Resolusi spasial kamera adalah ukuran dari sebuah piksel dalam micron sedangkan ukuran satu piksel pada objek yang dipotret disebut *Ground Sample Distance* (GSD). GSD yaitu ukuran kualitas sebuah foto udara. Nilai GSD menggambarkan cakupan wilayah yang mampu digambarkan dalam 1 piksel. GSD dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$GSD = \frac{\text{Flight Height}}{\text{Focal Length}} \times \text{Pixel Size} \quad (2.5)$$

Pada penelitian ini menggunakan DJI Phantom 3 Advance, sehingga diperoleh:

Focal Length = 3.61 mm

Pixel Size = 0,00170572 x 0,00170572 mm

2.8 UAV (Unmanned Aerial Vehicle) / Pesawat Tanpa Awak

UAV / Pesawat tanpa awak adalah sebuah mesin terbang yang dapat dikendalikan dengan kendali jarak jauh atau pesawat terbang tanpa satu pun kru pesawat yang mengendalikan didalamnya. Kontrol pesawat tanpa awak ada dua variasi utama, variasi pertama yaitu dikontrol melalui pengendali jarak jauh dan variasi kedua adalah pesawat yang terbang secara mandiri berdasarkan program yang dimasukan kedalam pesawat sebelum terbang.

Dalam sejarahnya pesawat tanpa awak digunakan untuk misi kemiliteran. Istilah pesawat tanpa awak dalam militer disebut dengan *Drone*. Pada tahun 2000an UAV gencar digunakan oleh militer diberbagai negara untuk kepentingan peperangan dengan membawa senjata seperti rudal.

Seiring perkembangan teknologi, penggunaan UAV banyak diminati berbagai kalangan selain militer. Salah satu pengguna UAV yaitu pada bidang pemetaan atau penginderaan jauh yang sering disebut dengan foto udara. Pesawat tanpa awak dalam bidang foto udara telah terpasang kamera untuk memotret objek yang berada pada jalur terbang pesawat tersebut.

2.9 Wahana yang Digunakan

Wahana yang digunakan dalam penelitian ini yaitu DJI Phantom 3 Advanced. Berikut merupakan wahana serta spesifikasinya:



Gambar 2. 3 Dji Phantom 3 Advanced
(Sumber: <https://www.dji.com/phantom-3-adv/info>)

- Kamera 12 *Megapixel*.
- Resolusi video 2.7K (2704 x 1520p)
- Jarak Jangkauan hingga 2KM.
- Waktu terbang 23 menit.
- *Vision Positioning System* (sensor sonar untuk kestabilan)
- Fitur *Return to Home*.
- GPS + *Glonass Positioning Module*.

2.10 GCP/ICP

Titik kontrol tanah atau *ground control point* (GCP) merupakan suatu titik di atas permukaan tanah yang memiliki nilai koordinat tertentu, dalam sistem koordinat tertentu, yang digunakan sebagai acuan untuk menentukan posisi titik atau obyek di suatu tempat di permukaan tanah.

Sebaran Titik Kontrol Tanah

Identifikasi Titik Kontrol Tanah dan Titik Uji Akurasi adalah tahapan menentukan distribusi titik kontrol dan titik uji yang tersebar merata dengan komposisi yang optimal sesuai dengan area pekerjaan.

a. Titik Kontrol Tanah

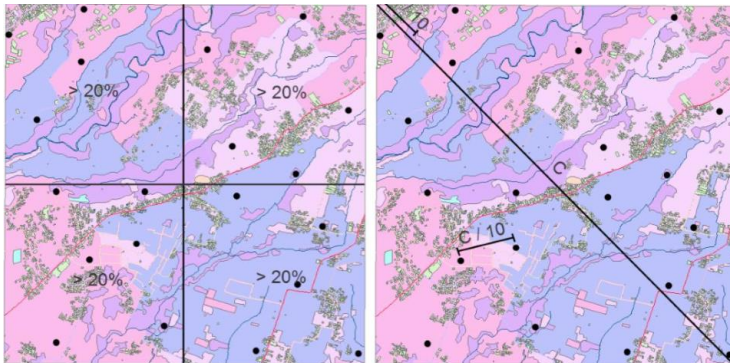
Titik ini merupakan titik kontrol tanah yang digunakan dalam koreksi citra orthorektifikasi. Syarat penentuan sebaran titik kontrol tanah adalah sebagai berikut:

- Pada sisi perimeter area citra;
- Pada tengah area/*scene*;
- Pada wilayah perbatasan/*overlap scene* citra;
- Tersebar secara merata dalam area citra;
- Menyesuaikan kondisi *terrain*.

b. Titik Uji Akurasi

Titik kontrol tanah yang akan digunakan sebagai titik uji hasil orthorektifikasi. Syarat persebaran ICP adalah sebagai berikut:

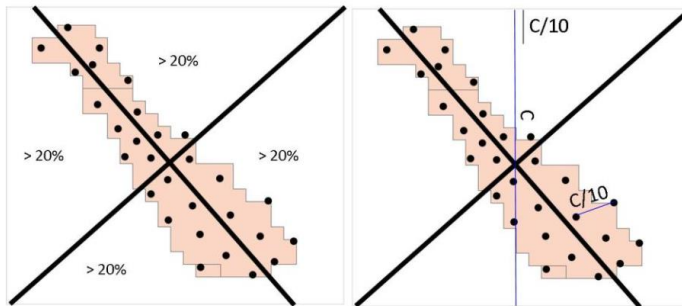
- Obyek yang digunakan sebagai titik uji harus memiliki sebaran yang merata di seluruh area yang akan diuji,
- Pada setiap kuadran jumlah minimum titik uji adalah 20% dari total titik uji.
- Jarak antar titik uji minimum 10% dari jarak diagonal area yang diuji yang diilustrasikan pada gambar 2.4.



Gambar 2. 4 Distribusi dan Jarak Ideal Antar Titik
(Sumber: BIG 2016)

- Untuk area yang tidak beraturan, pembagian kuadran dilakukan dengan membagi wilayah kelompok data menjadi empat bagian, dimana setiap bagian dipisahkan oleh sumbu silang.

Pembagian kuadran dibuat sedemikian rupa sehingga jumlah dan sebaran titik uji merepresentasikan wilayah yang akan diuji. Ilustrasi kondisi ini ditunjukkan pada gambar 2.5 berikut.



(a) Distribusi ideal titik uji (b) Jarak ideal antar titik uji

Gambar 2. 5 Distribusi dan Jarak Antar Titik Uji (untuk area yang tidak beraturan)

(Sumber: BIG 2016)

Jumlah titik uji untuk mendapatkan ketelitian dengan tingkat kepercayaan 90% ditunjukkan pada Tabel 2.1

Tabel 2. 1 Jumlah Titik Uji Akurasi Berdasarkan Luasan

Luasan (km ²)	Jumlah titik uji untuk ketelitian horisontal	Jumlah titik uji untuk ketelitian vertikal		
		Area non- vegetasi	Area Vegetasi	Jumlah total titik
<250	12			
250 - 500	20	20	5	25
501 - 701	25	20	10	30
751 – 1000	30	25	15	40

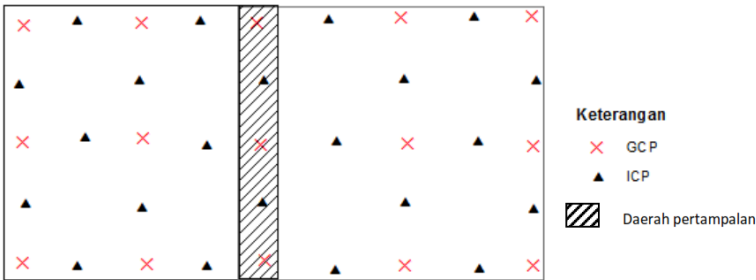
Lanjutan Tabel 2.1

Luasan (km ²)	Jumlah titik uji untuk ketelitian horisontal	Jumlah titik uji untuk ketelitian vertikal		
		Area non- vegetasi	Area Vegetasi	Jumlah total titik
1001 – 1250	35	30	20	50
1251 - 1500	40	35	25	60
1501 – 1750	45	40	30	70
1751 – 2000	50	45	35	80
2001 – 2250	55	50	40	90
2251 - 2500	60	55	45	100

(Sumber: BIG 2016)

Jumlah titik uji untuk ketelitian geometri bertambah sejumlah 5 titik untuk setiap penambahan luasan sebesar 250 km².

Berikut merupakan ilustrasi untuk sebaran titik GCP dan ICP pada daerah yang bertampalan.



Gambar 2. 6 Ilustrasi Sebaran Titik GCP dan ICP
(Sumber: BIG 2016)

Dalam pengukuran GPS maka dikenal dengan istilah standar deviasi. Standar deviasi merupakan merupakan salah satu teori dalam ilmu statistik atau teori kemungkinan. Dalam ilmu statistik, standar deviasi ditunjukkan dari banyaknya variasi yang ada dari rata-rata. Dalam ilmu geodesi, sering dipakai dalam pengumpulan data hasil pengukuran lapangan untuk mengetahui seberapa besar tingkat kesalahan atau error.

Biasanya, semakin kecil standar deviasi maka data tersebut lebih bagus daripada yang memiliki standar deviasi yang besar.

Berikut merupakan rumus standar deviasi:

$$s = \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2} \quad (2.6)$$

dimana $\{x_1, x_2, \dots, x_N\}$ adalah nilai data dari sampel dan \bar{x} adalah rata-rata dari sampel.

Untuk menghitung standar deviasi, maka ada dua bagian dalam berhitung. Pertama, menghitung *mean* atau rata-rata. Kedua, yaitu menghitung masing-masing deviasi.

2.11 Structure from Motion (SfM)

Structure from Motion (SfM) adalah metode atau teknik pencitraan fotogrametri untuk memperkirakan struktur 3D dari urutan gambar dua dimensi yang dapat digabungkan dengan sinyal gerakan lokal. SfM beroperasi menggunakan prinsip dasar yang sama dengan fotogrametri tradisional, yaitu struktur 3D bisa didapatkan dari beberapa gambar yang saling bertampalan. Tetapi, secara dasar berbeda dengan fotogrametri tradisional, karena geometri dan lokasi, yaitu posisi kamera dan orientasi diketahui secara otomatis tanpa harus menentukan titik-titik kontrol 3D. Hal ini diselesaikan secara bersamaan menggunakan prosedur *bundle adjustment* yang iterative, berdasarkan *database* dari fitur yang diambil secara otomatis dari beberapa gambar yang bertampalan (Snavely 2010).

Metode ini paling cocok digunakan untuk sekumpulan gambar dengan overlap tinggi dengan menangkap struktur 3D secara keseluruhan dari lokasi yang dilihat dari berbagai

macam posisi, atau sesuai dengan namanya, gambar yang didapat dari sensor yang bergerak (Westoby dkk 2012).

Metode SfM tidak memerlukan reseksi dalam pengerjaannya. Posisi kamera dan geometri dari lokasi direkontruksi secara bersamaan melalui identifikasi secara otomatis dari fitur yang sama dalam beberapa gambar. Fitur ini dilacak dari gambar ke gambar, memungkinkan perkiraan awal dari posisi kamera dan koordinat objek yang nantinya diperbaiki secara iteratif menggunakan minimisasi least-square yang non-linear (Snavely 2010).

Menurut Westoby dkk (2012), cara kerja SfM meliputi langkah-langkah seperti berikut:

1. Akuisisi foto

Proses SfM membentuk titik 3D objek dari banyaknya foto, sehingga akuisisi foto terhadap objek harus dari banyak sudut pengambilan. Banyaknya foto terhadap objek akan mempengaruhi resolusi spasial yang dihasilkan.

2. Ekstraksi *keypoint*

Keypoint diekstraksi secara otomatis berdasarkan keunikan dari nilai pixel objek. Banyaknya *keypoint* didasarkan pada tekstur dan resolusi gambar. Semakin baik tekstur dan semakin tinggi resolusi akan menghasilkan banyak *keypoint*.

3. Rekonstruksi 3D

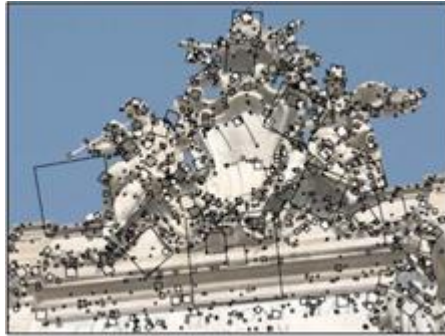
Rekontruksi 3D diperoleh dari proses *bundle adjustment* dari *keypoint* yang telah digabung. Hasil dari proses *bundle adjustment* menghasilkan *sparse point cloud*. Penggabungan *keypoint* dilakukan dengan *algoritma approximate nearest neighbor*. Algoritma *approximate nearest neighbor* menggabungkan *keypoint* berdasarkan jarak antara minimal dua *keypoint* berdekatan.

4. *Post-processing*

Post-Processing yang dilakukan yaitu transformasi koordinat menggunakan data dari pengukuran GCP agar diperoleh koordinat absolut *point* 3D pada permukaan bumi.

2.11.1 *Feature Extraction*

Pemasalahan utama dalam SfM adalah penentuan lokasi 3D dari fitur yang cocok dalam beberapa foto yang diambil dari sudut yang berbeda. Langkah awal sebagai solusi dari permasalahan ini adalah mengidentifikasi fitur dalam setiap foto yang mungkin digunakan sebagai korespondensi gambar. Solusi yang populer untuk permasalahan ini, dan digunakan oleh Snavely (2010) adalah sistem pengenalan objek *Scale Invariant Feature Transform* (SIFT). SIFT ini mengidentifikasi fitur di tiap gambar yang tetap pada scaling dan rotasi gambar yang tetap pada scaling dan rotasi gambar dan yang sedikit berubah pada kondisi iluminasi dan sudut pandang 3D kamera. Titik yang unik, atau '*keypoints*' diidentifikasi secara otomatis di seluruh skala dan lokasi pada tiap gambar, diikuti dengan pembuatan feature descriptor, yang dihitung dengan mentransformasikan gradient gambar lokal ke dalam representasi yang sangat tidak sensitif terhadap berbagai iluminasi dan orientasi (Lowe 2004). Gambar 2.7 merupakan contoh dari fitur SIFT yang terdeteksi. Tiap fitur SIFT yang terdeteksi ditampilkan dengan kotak hitam dimana tengahnya merupakan lokasi dari fitur.



Gambar 2. 7 Contoh SIFT yang Terdeteksi
(Snavely 2010)

2.11.2 Feature Matching

Setelah fitur terdeteksi pada setiap gambar, sistem mencocokkan fitur di tiap pasang gambar. $F(I)$ menyatakan sekumpulan fitur yang ditentukan pada gambar I. Untuk sepasang gambar I dan J, sistem meninjau tiap fitur $f \in F(I)$ dan menemukan *nearest neighbor*-nya (dalam bentuk ruang) $f_{nn} \in F(J)$:

$$f_{nn} = \arg \min \|f_d - f'_d\|_2 \quad (2. 7)$$

Dimana:

f_{nn} = Fitur yang cocok (*matching feature*)

$\arg \min$ = Fungsi *argument of minimum*

f_d = Vektor *feature descriptor* gambar 1

f'_d = Vektor *feature descriptor* gambar 2

Setelah mencocokkan fitur di I ke J, tiap fitur akan $f \in F(I)$ dipasangkan dengan fitur yang paling cocok di $F(J)$. Tetapi, tiap fitur di $F(J)$ mungkin berpasangan dengan banyak fitur di $F(I)$. Karena sebuah fitur di $F(J)$ mungkin memiliki nilai yang sama

dengan beberapa fitur di F(I). Koresponden yang sebenarnya harus dalam bentuk satu ke satu, oleh karena itu beberapa dari pasangan yang salah akan dibuang. Apabila setelah langkah ini sepasang gambar memiliki jumlah pasangan yang lebih sedikit dari batas minimum, gambar dinyatakan tidak berpasangan dan seluruh pasangan fiturnya dibuang (Snaveley 2010).

2.12 Sistem Koordinat Nasional

Berdasarkan PMNA/KBPN No. 3 Tahun 1997, sistem koordinat nasional menggunakan sistem koordinat proyeksi *Transverse Mercator* Nasional dengan lebar *zone* 3° atau disingkat TM 3° . Sistem koordinat TM 3° memiliki ketentuan-ketentuan sebagai berikut:

1. Meridian sentral *zone* TM- 3° terletak $1,5$ derajat di timur dan barat meridian sentral *zone* UTM yang bersangkutan.
2. Besaran faktor skala di meridian sentral yang digunakan dalam *zone* TM- 3° adalah 0,9999.
3. Titik nol semu yang digunakan mempunyai koordinat (X)= 200.000 m Timur dan (Y)= 1.500.000 m Utara.
4. Model matematik bumi sebagai bidang referensi adalah spheroid pada datum WGS-1984 dengan parameter $a = 6.378.137$ meter dan $f = 1 / 298,25722357$ *World Geodetic System* 1984 (WGS'84) selanjutnya dikenal juga dengan Datum Geodesi Nasional 1995.

Datum ini memiliki parameter sebagai berikut:

- a. Jari-jari *equator* (a) = 6.378.137 m
- b. Penggepengan (f) = 1 : 298,25722357
- c. Setengah sumbu pendek (b) = 6.356.752,314 m
- d. Jari-jari kutub (c) = 6.399.593,626 m
- e. Eksentisitas I kuadrat (e^2) = 0,006694380
- f. Eksentrisitas II kuadrat (e'^2) = 0,006739497

2.13 Bidang Tanah

Berdasarkan Peraturan Pemerintah No.24 Tahun 1997, yang dimaksud bidang tanah adalah bagian permukaan bumi yang merupakan satuan bidang yang terbatas. Untuk memperoleh data fisik yang diperlukan bagi pendaftaran tanah, bidang-bidang tanah yang akan dipetakan diukur, setelah ditetapkan letaknya, batas-batasnya dan menurut keperluannya ditempatkan tanda-tanda batas di setiap sudut bidang tanah yang bersangkutan. Dalam penetapan batas bidang tanah pada pendaftaran tanah secara sistematis dan pendaftaran tanah secara sporadis diupayakan penataan batas berdasarkan kesepakatan para pihak yang berkepentingan.

Penetapan batas bidang tanah yang sudah dipunyai dengan suatu hak yang belum terdaftar atau yang sudah terdaftar tetapi belum ada surat ukur/gambar situasinya atau surat ukur/gambar situasi yang ada tidak sesuai lagi dengan keadaan yang sebenarnya, dilakukan oleh Panitia Adjudikasi dalam pendaftaran tanah secara sporadis, berdasarkan penunjukan batas oleh pemegang hak atas tanah yang bersangkutan dan sedapat mungkin disetujui oleh para pemegang hak atas tanah yang berbatasan.

Jika dalam penetapan batas bidang tanah tersebut tidak diperoleh kesepakatan antara pemegang hak atas tanah yang bersangkutan dengan pemegang hak atas tanah yang berbatasan, pengukuran bidang tanahnya diupayakan untuk sementara dilakukan berdasarkan batas-batas yang menurut kenyataannya merupakan batas-batas bidang-bidang tanah yang bersangkutan. Hal ini juga berlaku jika pada waktu yang telah ditentukan pemegang hak atas tanah yang bersangkutan atau para pemegang hak atas tanah yang berbatasan tidak hadir setelah dilakukan pemanggilan.

2.14 Luas

Luas adalah jumlah areal yang terproyeksi pada bidang horizontal dan dikelilingi oleh garis bidang horizontal dan dikelilingi oleh garis-batas batas (Haryono 2012). Pada peta, luas suatu obyek merupakan luas pada bidang proyeksi datar (X,Y). Pada peta proyeksi yang digunakan adalah proyeksi tegak sehingga objek yang terletak pada bidang miring harus diproyeksikan terlebih dahulu pada bidang datar.

Metode pengukuran luas ada 2 macam:

1. Diukur pada gambar situasi, metode tidak langsung, luas diperoleh dengan instrumen langsung, luas diperoleh dengan instrumen gambar.
2. Dihitung dengan menggunakan data jarak dan sudut, metode langsung karena luas diperoleh secara sudut, metode langsung karena luas diperoleh secara langsung tanpa gambar.

Uji Ketelitian Planimetrik Luas

Standar pengujian ketelitian planimetrik berpedoman pada Peraturan Menteri Negara Agraria / Kepala Badan Pertanahan Nasional Nomor 3 Tahun 1997 Tentang Pedoman Teknis Ketelitian Peta Dasar Pendaftaran. Langkah pertama dalam pengujian ketelitian luas ini adalah menghitung selisih luas antara luas pada orthofoto dengan luas sebenarnya di lapangan. Luas tersebut merupakan luas dari sampel acak bidang yang diambil berdasarkan layer pada bidang tanah yang sudah ditentukan. Kemudian selisih luas tersebut diuji menggunakan rumus toleransi kesalahan seperti berikut:

$$\text{Toleransi Kesalahan Luas} = \pm 0.5 \sqrt{L} \quad (2.8)$$

Keterangan :

L = luas yang dianggap benar (luas di lapangan)

Dengan menghitung toleransi luas tersebut sehingga dapat diketahui apakah selisih luas sampel bidang tersebut memenuhi toleransi atau tidak.

2.15 Uji Ketelitian Peta

Ketelitian peta ortofoto mengikuti ketelitian Peta Rupa Bumi Indonesia (RBI) yang dikeluarkan melalui Peraturan Kepala Badan Informasi Geospasial (BIG) No. 15 Tahun 2014, ketelitian geometri peta diperoleh berdasarkan ketentuan sebagai berikut:

Tabel 2.2 Ketelitian Geometri Peta RBI

No.	Skala	Interval Kontur (m)	Ketelitian Peta RBI					
			Kelas I		Kelas II		Kelas III	
			Horizontal (CE90 dalam m)	Vertikal (LE90 dalam m)	Horizontal (CE90 dalam m)	Vertikal (LE90 dalam m)	Horizontal (CE90 dalam m)	Vertikal (LE90 dalam m)
1	1:1.000.000	400	200	200	300	300,00	500	500,00
2	1:500.000	200	100	100	150	150,00	250	250,00
3	1:250.000	100	50	50	75	75,00	125	125,00
4	1:100.000	40	20	20	30	30,00	50	50
5	1:50.000	20	10	10	15	15,00	25	25,00
6	1:25.000	10	5	5	7,5	7,50	12,5	12,50
7	1:10.000	4	2	2	3	3,00	5	5,00
8	1:5.000	2	1	1	1,5	1,50	2,5	2,50
9	1:2.500	1	0,5	0,5	0,75	0,75	1,25	1,25
10	1:1.000	0,4	0,2	0,2	0,3	0,30	0,5	0,50

(Sumber: BIG 2014)

Tabel 2. 3 Ketentuan Ketelitian Geometri Peta RBI Berdasarkan Kelas

Ketelitian	Kelas 1	Kelas 2	Kelas 3
Horizontal	0,2 mm x bilangan skala	0,3 mm x bilangan skala	0,5 mm x bilangan skala

Lanjutan Tabel 2.3

Ketelitian	Kelas 1	Kelas 2	Kelas 3
Vertikal	0,5 x interval skala	1,5 x ketelitian kelas 1	2,5 x ketelitian kelas 1

(Sumber: BIG 2014)

Nilai ketelitian pada tabel adalah nilai CE90 untuk ketelitian horizontal dan LE90 untuk ketelitian vertikal, yang berarti bahwa kesalahan posisi peta tidak melebihi nilai tersebut dengan tingkat kepercayaan 90%. Nilai CE90 dapat diperoleh dengan rumus mengacu kepada standar sebagai berikut US NMAS (*United States National Map Accuracy Standards*) sebagai berikut :

$$CE90 = 1,5175 \times RMSEr \quad (2.9)$$

$$LE90 = 1,6499 \times RMSEz \quad (2.10)$$

Dengan:

RMSEr : *Root Mean Square Error* pada posisi x dan y (horizontal)

RMSEz : *Root Mean Square Error* pada posisi z (vertikal)

Uji ketelitian posisi dilakukan hingga mendapatkan tingkat kepercayaan peta 90% Circular Error. Uji ketelitian posisi ditentukan dengan menggunakan titik uji yang memenuhi ketentuan objek yang digunakan sebagai titik uji, yaitu :

1. Dapat diidentifikasi dengan jelas di lapangan dan di peta yang akan diuji.
2. Merupakan objek yang relatif tetap tidak berubah bentuk dalam jangka waktu yang singkat
3. Memiliki sebaran yang merata di seluruh area yang akan diuji.

Pengujian ketelitian posisi mengacu pada perbedaan koordinat (X,Y) antara titik uji pada gambar atau peta dengan lokasi sesungguhnya dari titik uji pada permukaan tanah. Pengukuran akurasi menggunakan *root mean square error* (RMSE) atau *Circular Error*. Pada pemetaan dua dimensi yang perlu

diperhitungkan adalah koordinat (X,Y) titik uji dan posisi sebenarnya. RMSE digunakan untuk menggambarkan akurasi meliputi kesalahan *random* atau sistematis. Nilai RMSE diperoleh melalui persamaan:

$$RMSE_{Horizontal} = \sqrt{\frac{\sum D(x_{data} - x_{cek})^2 + \sum D(y_{data} - y_{cek})^2}{n}} \quad (2.11)$$

Dengan:

n = jumlah total pengecekan pada peta

D = selisih antara koordinat yang diukur dilapangan dengan di peta

x = nilai koordinat pada sumbu X

y = nilai koordinat pada sumbu Y

Syarat RMSE (*Root Mean Square Error*) ≤ 1 piksel (Purwadhi 2001 dalam Yudha 2015). Apabila nilai RMSE melebihi 1 piksel, maka harus dilakukan *georeferencing* ulang.

Ketelitian Peta Dasar Pendaftaran

Peta dasar pendaftaran dibuat dengan skala 1:1.000 atau lebih besar untuk daerah pemukiman, 1:2.500 atau lebih besar untuk daerah pertanian dan 1:10.000 untuk daerah perkebunan besar. Untuk mendapatkan peta yang baik maka diperlukan sumber pemuatan peta dengan ketelitian yang tinggi. Spesifikasi Peta Dasa yang dapat digunakan sebagai peta kerja menurut Direktorat Jenderal Infrastruktur Keagrariaan Kementerian Agraria dan Tata Ruang/Badan Pertanahan Nasional tahun 2016 ketelitian geometrik dari peta kerja yang digunakan adalah:

- 1) Daerah pemukiman, daerah komersial dan/atau daerah industri, ketelitian yang digunakan adalah 0,3mm x skala peta;
- 2) Daerah non-pemukiman, daerah non-komersial dan/atau daerah nonindustri, ketelitian yang digunakan adalah 0,5mm x skala peta.

- 3) Peta dasar yang digunakan disarankan menggunakan peta dasar terbaru yang tersedia.

2.16 Fotogrametri dalam PTSL

Metode fotogrametri merupakan salah satu metode pengukuran yang dapat mendukung percepatan pendaftaran tanah sistematis lengkap. Pengukuran bidang tanah dengan metode fotogrametri mengikuti ketentuan sebagai berikut:

- 1) Pengukuran dilakukan dengan cara melakukan identifikasi batas bidang-bidang tanah dengan menggunakan peta foto atau peta garis hasil fotogrametris dan menarik garis ukur (deliniasi) untuk batas bidang tanah yang jelas dan memenuhi syarat. Metode ini hanya dapat dilaksanakan untuk daerah terbuka, non-pemukiman, non-komersial, non-industri. Untuk garis batas bidang tanah yang tidak dapat diidentifikasi dilakukan dengan pengukuran tambahan di lapangan (suplesi).
- 2) Pengukuran terestris dilaksanakan sebagai pengukuran suplesi dan/atau pengukuran panjang sisi bidang tanah sebanyak:
 - a. Minimal 1 (satu) sisi bidang tanah untuk pekerjaan dengan skala peta kerja paling kecil 1: 2.500 atau lebih besar (misal: skala 1: 2.500, skala 1: 1.000, skala 1: 500, dsb.)
 - b. Semua sisi bidang tanah untuk pekerjaan dengan skala peta kerja lebih kecil dari 1: 2.500 (misal: skala 1: 3.000, skala 1: 5.000, dsb.)
- 3) Apabila dalam pengukuran bidang tanah ditemukan adanya bidang-bidang tanah yang sudah terdaftar dan belum terpetakan, maka bidang-bidang tersebut dipetakan pada Peta Dasar Pendaftaran.
- 4) Untuk bidang tanah yang sudah terdaftar dan sudah terpetakan pada peta dasar pendaftaran, cukup

diverifikasi dilapangan sebagai kegiatan peningkatan kualitas data pertanahan.

- 5) Peta dasar yang digunakan harus memuat informasi:
 - Sumber data
 - Proyeksi Peta
 - *Coordinate Reference Frame* yang digunakan
 - Waktu perekaman
 - Metode pengukuran bidang tanah.

2.17 Penelitian Sebelumnya

Penelitian sebelumnya dilakukan oleh Ahmad Soluhuddin Al-Ayyubi tentang Analisa Planimetrik Hasil Pemetaan Foto Udara Skala 1:1000 Menggunakan Wahana Fix Wing UAV. Dalam penelitian ini dilakukan pembuatan foto udara dengan studi kasus di Kampus ITS Sukolilo menggunakan wahana drone jenis fix wing. Kemudian melakukan Analisa planimetrik. Untuk perbedaan dengan penelitian yang ingin penulis buat ini adalah terletak pada wahana dan tujuannya. Disini penulis menggunakan wahana *drone* jenis *quadcopter* dalam pembuatan peta foto udara untuk menghasilkan peta informasi bidang tanah.

Penelitian juga dilakukan oleh Arinda Kusuma Wardani tentang Analisis Metode Delineasi Bidang Tanah Pada Citra Resolusi Tinggi Dalam Pembuatan Kadaster Lengkap. Dalam penelitian ini dilakukan deliniasi bidang tanah dari hasil citra satelit resolusi tinggi. Namun dalam melakukan deliniasi bidang tanah pada penelitian ini belum melibatkan partisipasi masyarakat.

Kemudian Budi Utomo juga melakukan penelitian dengan judul Drone Untuk Percepatan Pemetaan Bidang Tanah. Budi melakukan penelitian ini dengan data sekunder yaitu dari penelitian orang lain, dimana hasil penelitiannya menunjukkan bahwa penggunaan *drone* untuk percepatan pemetaan tanah adalah pilihan yang tepat karena hasil pemotretan *drone*

memiliki resolusi spasial yang tinggi sehingga sesuai dengan aturan pemetaan bidang tanah dan harganya murah.

Serta penelitian yang dilakukan oleh Anggoro Adi Pratomo dengan judul Pengujian Akurasi Dan Ketelitian Planimetrik Pada Pemetaan Bidang Tanah Pemukiman Skala Besar Menggunakan Wahana *Unmanned Aerial Vehicle* (UAV). Disini penelitian dilakukan dengan pembuatan peta orthophoto, kemudian membandingkan data dari pengukuran bidang tanah dilapangan dengan digitasi pada peta orthophoto. Untuk penelitian yang akan saya lakukan yaitu dilanjutkan dengan melakukan pembuatan peta informasi bidang tanah (PIBT) dengan partisipasi masyarakat.

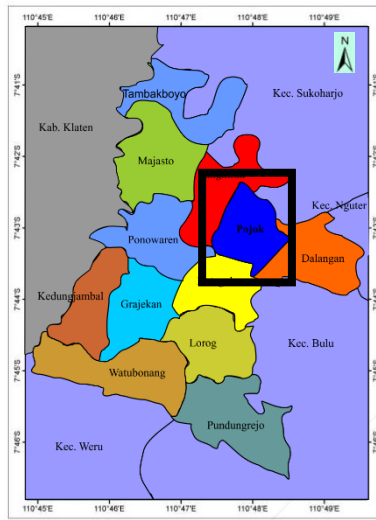
“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Lokasi Penelitian

Lokasi daerah penelitian berada pada Desa Pojok, Kec. Tawangsari, Kab. Sukoharjo. Desa Pojok terletak di $7^{\circ}42'24''\text{LS}$ - $7^{\circ}48'39''\text{LS}$ dan $110^{\circ}47'32''\text{BT}$ - $110^{\circ}48'28''\text{BT}$. Berikut merupakan wilayah administrasi Desa Pojok, Kec. Tawangsari, Kab. Sukoharjo:



Gambar 3. 1 Lokasi Penelitian, Desa Pojok

3.2 Data dan Peralatan

Penelitian tugas akhir ini menggunakan data dan peralatan yang dijelaskan dalam uraian berikut:

3.2.1 Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari:

1. Foto hasil pemotretan udara yang diakuisisi pada tanggal 14-16 April 2018.
2. Data hasil pengamatan GPS koordinat (X, Y dan Z) *Ground Control Point* (GCP) & *Independent Check Point* (ICP).
3. Citra *Google Earth* tahun 2018 Desa Pojok.
4. Data pemetaan partisipatif berupa subjek/objek bidang tanah serta batas-batasnya.
5. Data pengukuran bidang tanah.

3.2.2 Peralatan

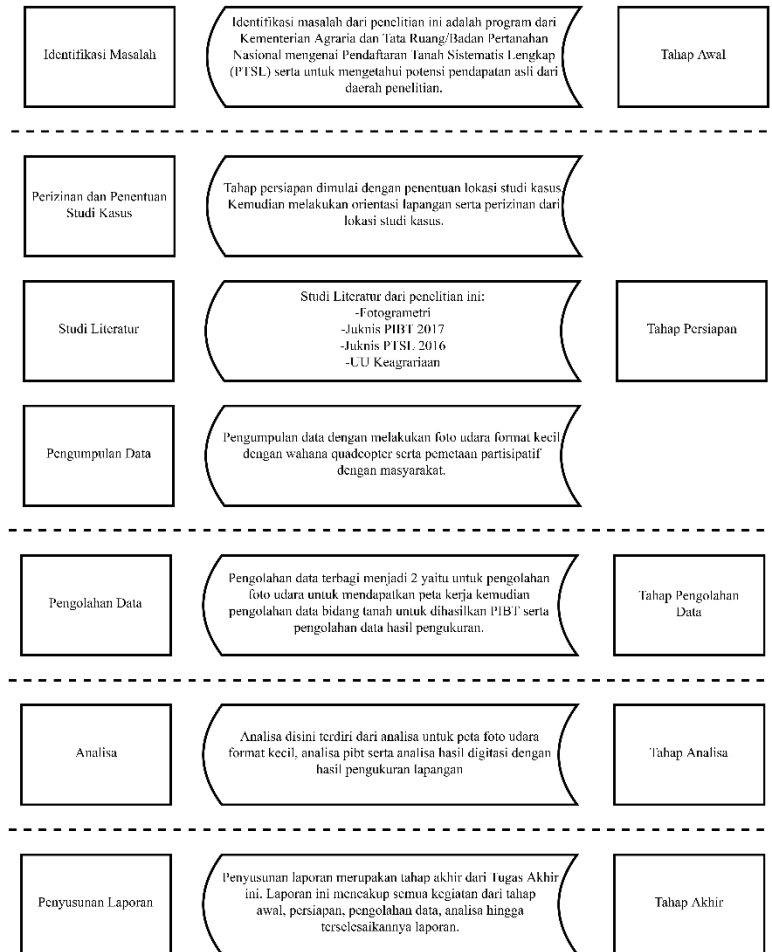
Adapun peralatan yang digunakan dalam penelitian Tugas Akhir ini terdiri atas perangkat keras (*Hardware*) dan perangkat lunak (*Software*). Perangkat keras yang digunakan meliputi:

5. Perangkat Keras (*Hardware*)
 - DJI Phantom 3 Advanced
 - GPS Geodetik
 - Laptop dengan spesifikasi Intel® Core™ i7-4500U CPU @1.80GHz (4CPUs), VGA nVIDIA GEFORCE 720M, RAM 8GB.
 - Marker
 - Pita ukur
6. Perangkat Lunak (*Software*)
 - *Software* pengolahan data foto udara
 - *Software* pix4d untuk membuat perencanaan jalur terbang
 - ArcGIS 10.5 sebagai pengolahan data bidang tanah.
 - Microsoft Office 2016 untuk penulisan laporan dan pengolahan data uji akurasi serta olah data sampling.

3.3 Metodologi Penelitian

3.3.1 Tahap Penelitian

Pelaksanaan penelitian tugas akhir ini terdiri atas tahapan-tahapan seperti yang dijelaskan dalam diagram alir pada Gambar 3. 2.



Gambar 3. 2 Diagram Alir Pelaksanaan Penelitian Tugas Akhir

Penjelasan Tahapan Penelitian:

1. Tahap Awal

Tahapan ini dilakukan dengan identifikasi dan perumusan masalah mengenai program terbaru dari Kementerian Agraria dan Tata Ruang/Badan Pertanahan Nasional mengenai Pendaftaran Tanah Sistematis Lengkap (PTSL). Dari hal tersebut Direktur Jenderal Infrastruktur keagrariaan menyatakan bahwa dalam rangka mendukung pendaftaran tanah sistematis lengkap diperlukan adanya data subyek dan obyek bidang tanah dalam satu satuan wilayah administrasi desa/kelurahan sehingga terbangun Peta Informasi Bidang Tanah (PIBT).

2. Tahap Persiapan

Tahap persiapan disini yaitu dengan menentukan lokasi studi kasus, kemudian melakukan perizinan terhadap pemerintah daerah dan atau/ kepada masyarakat tempat lokasi studi kasus.

Studi literatur dan pengumpulan data juga dilakukan di tahap ini. Studi literatur dilakukan untuk memperkuat teori pada penelitian ini. Pengumpulan data dilakukan sebagai bahan untuk penelitian.

3. Tahap Pengolahan Data

Pengolahan data dimulai dengan pengolahan foto udara format kecil sebagai peta dasar/peta kerja. Kemudian dilakukan digitasi bidang tanah. Setelah proses digitasi maka masuk ke pengolahan data bidang tanah dengan informasi yang didapatkan dari hasil pemetaan partisipatif dengan masyarakat dan melakukan perbandingan antara pengukuran bidang tanah dengan digitasi bidang tanah.

4. Tahap Analisa

Berdasarkan Petunjuk Teknis Pemetaan Sistematis Lengkap, maka analisa disini yaitu mengenai syarat (spesifikasi dan standar) menjadi peta bidang tanah atau selesai pada peta informasi bidang tanah.

4.1 Pemeriksaan kelengkapan informasi

Informasi yang terdapat dalam PIBT minimal memuat informasi tentang subjek, objek, dan atau informasi lainnya yang diperlukan dalam suatu kegiatan. Informasi pertanahan dapat dikumpulkan juga pada saat pembuatan PIBT dengan mempertimbangkan maksud dan tujuan dari pembuatan PIBT.

4.2 Pemeriksaan spesifikasi Peta Kerja. Pengecekan dilaksanakan antara lain berupa:

- Skala Peta Kerja yang digunakan
- Ketelitian geometrik setelah koreksi
- Pengambilan data foto udara/CSRT maksimal selama 2 tahun.

4.3 Metode dan Pelaksana kegiatan Pemetaan

Apabila pemetaan bidang tanah yang dilaksanakan dalam pembuatan PIBT telah dilaksanakan berdasarkan kaedah fotogrametri sesuai Standar Juknis PTSL dan dilaksanakan oleh SKB/KJSKB/perusahaan survei, pemetaan dan informasi geospasial, maka data dan informasi yang terdapat pada PIBT dapat dikutip langsung menjadi Gambar Ukur dan PBT untuk pendaftaran tanah.

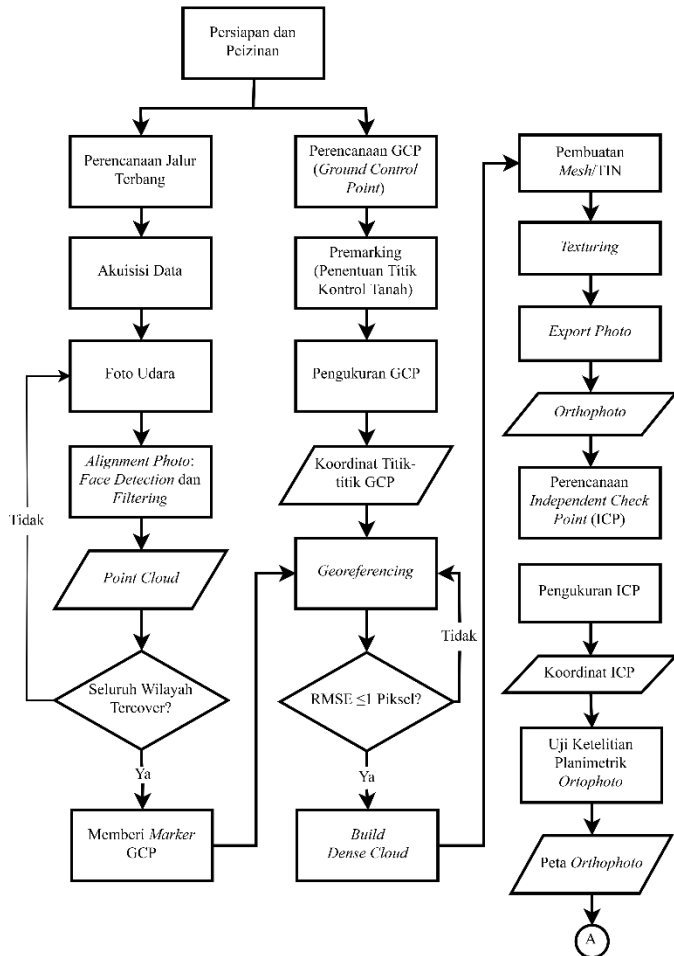
5. Tahap Pembuatan Laporan

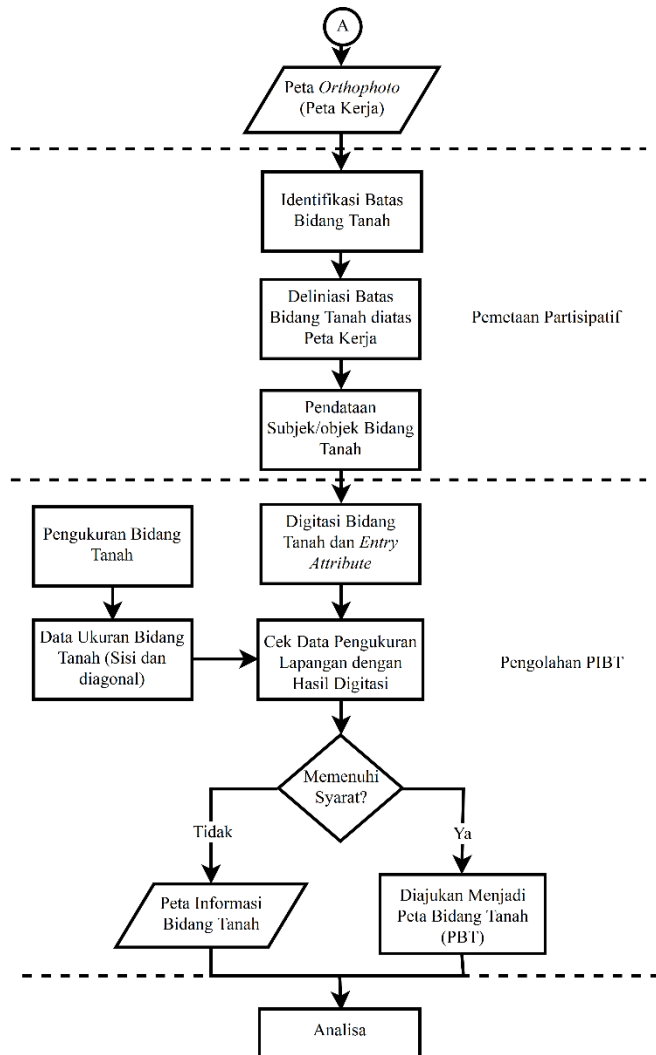
Tahap pembuatan laporan merupakan tahap akhir dari penelitian ini yang mencakup semua kegiatan dari tahap awal, persiapan, pengolahan

data analisa hingga terselesaikannya laporan tugas akhir ini.

3.3.2 Tahap Pengolahan Data

Tahap pengolahan data pada penelitian tugas akhir ini dijelaskan dalam diagram alir pada Gambar 3. 3 sebagai berikut:





Gambar 3. 3 Diagram Alir Pengolahan Data

Diagram alir tersebut dijelaskan dalam uraian sebagai berikut:

1. Proses dimulai dengan persiapan dan perizinan. Persiapan berupa studi literatur dan perizinan mengenai izin lokasi untuk melakukan penelitian.
2. Kemudian pembuatan perencanaan jalur terbang. Perencanaan jalur terbang ini menggunakan software pix4d dan pembuatan desain persebaran titik GCP/ICP.
3. Selanjutnya pemasangan patok dan marker di lokasi penelitian.
4. Setelah persiapan selesai, maka dilakukan akuisisi data dengan pemotretan udara menggunakan Dji Phantom 3 Advanced serta pengukuran GPS.
5. Setelah akuisisi data selesai maka masuk proses selanjutnya yaitu pengolahan foto udara untuk menghasilkan peta *orthophoto* dengan melakukan *georeferencing*.
6. Setelah proses didapatkan *orthophoto* maka dilakukan uji ketelitian planimetrik (X, Y) dengan membandingkan ICP (*Independent Check Point*) dan hasil pengukuran lapangan.

Untuk tahapan pengolahan foto udara format kecil lebih rincinya sebagai berikut:

- 1) Setelah mendapat foto udara Desa Pojok, Kec. Tawang Sari, Kab. Sukoharjo kemudian dilakukan proses *Alignment* agar posisi relatif kamera satu terhadap yang lainnya diketahui dan terbentuk *Point cloud*.
- 2) Dari *point cloud*, dilakukan seleksi titik diluar wilayah obyek dan tidak digunakan dengan menghapus dan/atau membatasi wilayah pemodelan pada obyeknya saja.
- 3) Melakukan *georeferencing* pada citra foto menggunakan data hasil pengukuran *Ground Control Point*.
- 4) Pembangunan *Dense Cloud*, *Mesh* (untuk mendapatkan model TIN / *Triangulated Irregular Network*) dan untuk mendapat bentuk yang mempunyai tampilan visual yang

menarik, model *mesh* tadi diberi tekstur berdasar foto obyek. Proses pemberian warna ini disebut *texturing*.

- 5) Pembangunan *Model Texture* dan *Orthomosaic* untuk membuat peta *orthophoto*.
- 6) Setelah proses didapatkan *orthophoto* maka dilakukan uji ketelitian planimetrik (X,Y) dengan membandingkan ICP (*Independent Check Point*) dan hasil pengukuran lapangan.

Proses pengolahan PIBT:

7. Setelah peta dasar/peta kerja selesai, maka masuk ke proses selanjutnya. Yaitu pemetaan partisipatif, dimana dilakukan penggalan informasi mengenai subjek/objek bidang tanah. Subjek disini berarti pemilik/penguasa dari bidang tanah tersebut, bisa perseorangan maupun badan hukum. Sedangkan objek adalah bidang-bidang tanah yang dipunyai dengan hak milik, hak guna usaha, hak guna bangunan dan hak pakai, tanah hak pengelolaan, tanah wakaf maupun yang belum terdaftar. Pada tahapan ini masyarakat memiliki peranan penting dalam pengumpulan data. Karena masyarakat setempat, terutama didaerah pedesaan akan mengetahui secara persis mengenai bidang tanah didaerahnya. Masyarakat disini bisa dengan warga setempat maupun dengan perangkat desa. Kemudian dilakukan identifikasi batas-batas bidang tanah baik secara langsung di atas *hardcopy* dari peta dasar *orthophoto* yang telah didapatkan maupun di komputer menyesuaikan kondisi lapangan. Setelah dilakukannya identifikasi maka dilakukan deliniasi bidang-bidang tanah tersebut serta pendataan subjek dari bidang tanahnya.
8. Setelah pemetaan partisipatif selesai, maka masuk ke tahap selanjutnya yaitu pengolahan PIBT, yaitu *Digitasi* dan *Entry Attribute*. Untuk *digitasi* dan *Entry Attribute* bidang tanah tersebut dilakukan di software ArcGIS 10.5.

9. Kemudian dilakukan pengukuran bidang tanah sebagai pembandingan antara hasil *digitasi* dengan keadaan sebenarnya.
10. Setelah data pengukuran didapatkan, maka dilakukan cek data pengukuran lapangan dengan hasil *digitasi*.
11. Dari cek data tersebut akan didapatkan hasil bahwa PIBT dengan peta kerja dari hasil pemotretan udara format kecil (menggunakan *drone*) apakah memenuhi syarat untuk dijadikan peta bidang tanah atau hanya sebatas peta informasi saja.
12. Analisa hasil. Pada tahap ini dilakukan analisa mengenai pembuatan peta *orthophoto*, pembuatan peta informasi bidang tanah hingga cek data pengukuran lapangan dengan hasil *digitasi*. Setelah analisa didapatkan, maka akan ditarik kesimpulan mengenai pembuatan peta informasi bidang tanah ini.

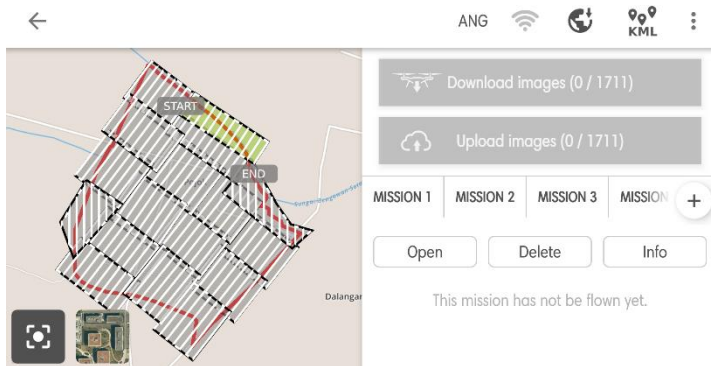
BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil

4.1.1 Perencanaan Jalur Terbang

Perencanaan jalur terbang disini yaitu untuk merencanakan jalur terbang *drone* agar mendapatkan hasil foto sesuai yang diinginkan. Tiap sesi pemotretan disini disebut dengan misi, yang berjumlah 17 misi.



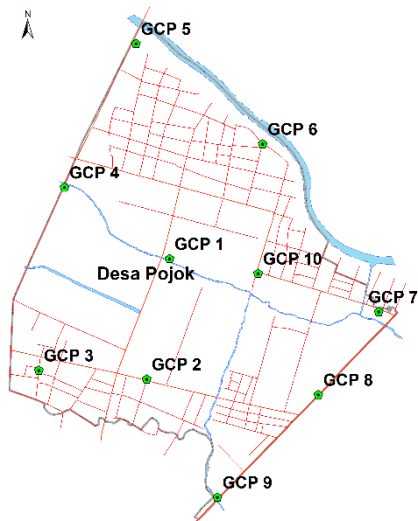
Gambar 4. 1 Perencanaan Jalur Terbang

Pada penelitian ini didesain dengan 17 misi pemotretan karena keterbatasan daya baterai dan jangkauan dari *drone*-nya. Luas area yang dicakup yaitu 259,335 hektar dengan ketinggian terbang 150 meter serta sidelap/overlap 80%.

4.1.2 Hasil Pengukuran GCP dan ICP

Pengukuran *Ground Control Point* (GCP) dilakukan pada 10 titik dan untuk *Independent Check Point* (ICP) sejumlah 12 titik yang tersebar di Desa Pojok. Pengukuran GCP ini menggunakan GPS Geodetik dengan metode statik. Pada pengukuran ini base yang digunakan adalah CORS Solo (CSLO). Durasi tiap sesi pengamatan dilakukan selama ± 30 menit. Data yang digunakan

dalam penelitian ini yaitu data koordinat planimetris (X,Y). Berikut merupakan persebaran titik-titik GCP:

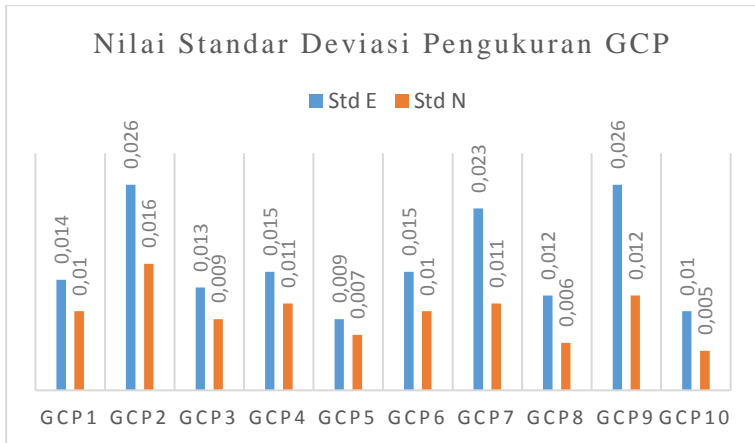


Gambar 4. 2 Persebaran Titik GCP

Berikut merupakan hasil koordinat GCP dan ICP yang didapatkan:

Tabel 4. 1 Koordinat GCP Hasil Pengukuran Lapangan

Nama Titik	X (m)	Y (m)	Z (m)
CSLO	481279,373	9163169,600	129,694
GCP 1	477759,098	9147021,460	252,109
GCP 2	477642,115	9146406,279	252,742
GCP 3	477091,240	9146451,431	251,201
GCP 4	477222,128	9147386,550	251,988
GCP 5	477587,362	9148120,915	252,048
GCP 6	478234,282	9147608,023	253,105
GCP 7	478826,127	9146750,648	253,370
GCP 8	478517,809	9146326,269	253,638
GCP 9	478002,789	9145801,849	254,454
GCP 10	478210,497	9146946,437	253,297

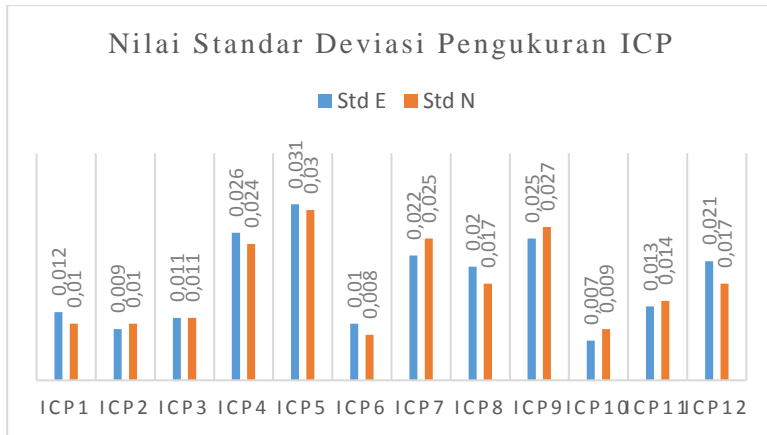


Gambar 4. 3 Standar Deviasi Koordinat Titik GCP

Dari gambar 4.3 tersebut dapat diketahui bahwa nilai standar deviasi terbesar yaitu pada GCP 2 dan GCP 9 dengan nilai sebesar 0,026 dan nilai standar deviasi terkecil yaitu pada GCP 10 dengan nilai sebesar 0,005.

Tabel 4. 2. Koordinat ICP Hasil Pengukuran Lapangan

Nama	X (m)	Y (m)	Z (m)
CSLO	481279,373	9163169,600	129,694
ICP 1	478223,940	9146457,818	252,086
ICP 2	477747,945	9146380,015	251,671
ICP 3	477604,018	9146734,652	250,745
ICP 4	477497,604	9146439,673	252,862
ICP 5	477040,594	9146981,802	249,942
ICP 6	477429,400	9147819,043	251,623
ICP 7	477920,798	9147861,861	252,571
ICP 8	477819,985	9147379,387	252,583
ICP 9	478192,517	9147278,285	252,374
ICP 10	478486,568	9146873,775	252,465
ICP 11	478645,615	9146475,274	253,183
ICP 12	478268,696	9146114,914	253,176



Gambar 4. 4 Standar Deviasi Koordinat Titik ICP

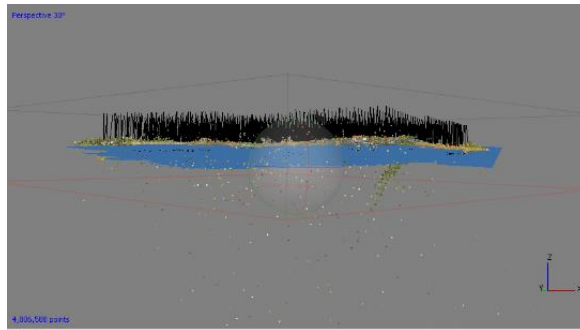
Dari gambar 4.4 tersebut dapat diketahui bahwa nilai standar deviasi terbesar yaitu pada ICP 5 dengan nilai sebesar 0,031 dan nilai standar deviasi terkecil yaitu pada ICP 10 dengan nilai sebesar 0,007.

Data koordinat dari GCP yang berjumlah 10 titik tersebut digunakan dalam proses *georeferencing* pada model foto, sedangkan untuk data koordinat ICP yang berjumlah 12 titik tersebut akan digunakan sebagai titik pembanding dalam proses uji akurasi planimetrik.

4.1.2 Pengolahan Foto dan Orthomosaik

Proses pengolahan foto dimulai dengan *alignment photo*, dimana proses ini dilakukan dengan identifikasi *tie point* secara otomatis. Pada proses ini menggunakan algoritma *SIFT Invariant* yaitu menggabungkan paralaks antar foto hingga membentuk sebuah model tiga dimensi. Titik-titik yang mempunyai kesamaan nilai piksel akan dikenali oleh algoritma ini. Hasil dari *alignment photo* ini merupakan parameter orientasi dalam kamera (IOP).

Kumpulan *tie point* terdeteksi dalam model tiga dimensi dan posisi kamera berdasarkan *geo-tagging* jalur terbang.



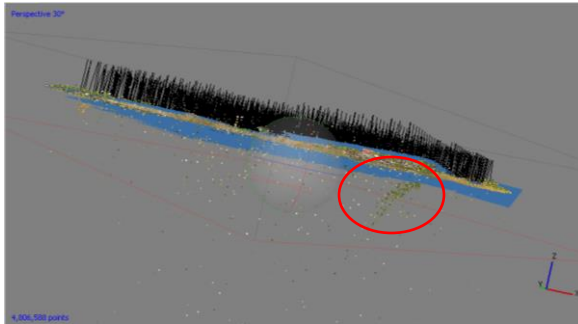
(a)



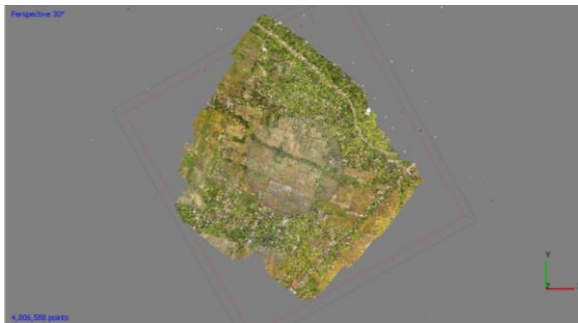
(b)

Gambar 4.5 Posisi Kamera pada Saat Pemotretan (a) Tampak Samping, (b) Tampak Atas

Berikut (Gambar 4.6) merupakan gambaran dari foto yang gagal ter-*alignment*. Hal ini dapat terjadi karena pada saat proses *Geotagging* foto dari hasil pemotretan tidak sesuai dengan koordinat foto yang sebenarnya. Foto yang gagal ter-*alignment* ini dapat berpengaruh pada saat pembangunan *dense cloud*, sehingga harus dihapuskan.



Gambar 4. 6 Foto Gagal Ter-Alignment



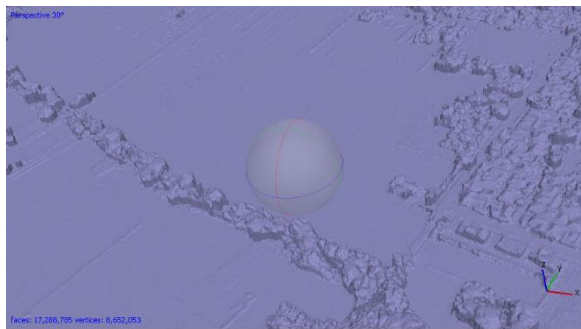
Gambar 4. 7 Hasil Tie Point

Orientasi luar kamera (EOP) merupakan posisi kamera pada model yang melibatkan hitungan *bundle adjustment*. Parameter orientasi dalam dan orientasi luar kamera dapat diperkirakan dengan *software* pengolahan data SfM pada proses *alignment* foto. Prinsip *bundle adjustment* digunakan dalam pendefinisian koordinat tanah (*georeferencing*) melalui transformasi koordinat 2 Dimensi ke 3 Dimensi menggunakan 7 parameter (3 parameter translasi, 3 parameter rotasi dan 1 parameter skala).

Pada *software* SfM, model *dense point cloud* dimungkinkan dapat dihasilkan dan divisualisasikan berdasarkan posisi kamera. Berikut merupakan hasilnya:



Gambar 4. 8 Hasil Pembentukan *Dense Point Cloud*



Gambar 4. 9 Hasil Pembentukan *Mesh*



Gambar 4. 10 Hasil Pembentukan Model *Textured*



Gambar 4. 11 Hasil Pembentukan *Orthomosaik*

4.1.3 Koordinat ICP Model dan Lapangan

Independent Check Point (ICP) / titik cek bebas digunakan untuk menguji keakuratan dari titik kontrol tanah (GCP). Berikut merupakan tabel dari data hasil pengukuran ICP lapangan dengan model:

Tabel 4. 3 Koordinat ICP Model dan Koordinat ICP Lapangan

Koordinat ICP Model			Koordinat ICP Lapangan		
Nama	X (m)	Y (m)	Nama	X (m)	Y (m)
ICP 1	478223,953	9146457,798	ICP 1	478223,940	9146457,818
ICP 2	477747,997	9146380,053	ICP 2	477747,945	9146380,015
ICP 3	477604,002	9146734,644	ICP 3	477604,018	9146734,652
ICP 4	477497,684	9146439,569	ICP 4	477497,604	9146439,673
ICP 5	477040,482	9146981,715	ICP 5	477040,594	9146981,802
ICP 6	477429,466	9147818,946	ICP 6	477429,400	9147819,043
ICP 7	477920,741	9147861,961	ICP 7	477920,798	9147861,861
ICP 8	477820,095	9147379,429	ICP 8	477819,985	9147379,387
ICP 9	478192,639	9147278,202	ICP 9	478192,517	9147278,285
ICP 10	478486,586	9146873,815	ICP 10	478486,568	9146873,775
ICP 11	478645,598	9146475,372	ICP 11	478645,615	9146475,274
ICP 12	478268,743	9146114,888	ICP 12	478268,696	9146114,914

Berdasarkan tabel 4.3, data koordinat ICP model dan koordinat ICP lapangan terdapat selisih perbedaan. Selisih perbedaan terbesar yaitu pada koordinat X dengan nilai 0,112 m pada ICP 9 dan pada koordinat Y dengan nilai -0,104 m pada ICP 4.

4.1.4 Pemetaan Partisipatif

Pemetaan partisipatif disini dilakukan penggalian informasi mengenai subjek/objek bidang tanah dengan partisipasi masyarakat. Pengumpulan subjek/objek bidang tanah serta validasi batas bidang (data pertanahan) disini langsung dilakukan dengan masyarakat diatas *hardcopy* peta dasar *orthophoto* yang telah didapatkan dari proses sebelumnya. Pada pengumpulan data ini untuk areal persawahan informasi subjek/objek bidang tanah serta validasinya didapatkan melalui kelompok-kelompok tani. Untuk daerah pemukiman informasi subjek/objek bidang tanah serta validasinya didapatkan melalui masyarakat setempat dan perangkat desa setempat.



Gambar 4. 12 Pengumpulan Subjek/Objek dan Validasi Batas Bidang Tanah dengan Perangkat Desa

Pada gambar 4.12, pemetaan partisipatif dilakukan dengan Bapak Wahyono sebagai perangkat Desa Pojok. Disini dilakukan pengumpulan data pertanahan bidang tanah pekarangan.



Gambar 4. 13 Pengumpulan Subjek/Objek dan Validasi Batas Bidang Tanah dengan Kelompok Tani

Pada gambar 4.13, pemetaan partisipatif dilakukan dengan Bapak Yatman sebagai ketua Gabungan Kelompok Tani Desa Pojok untuk pengumpulan data pertanahan bidang tanah sawah.



Gambar 4. 14 Pengumpulan Subjek/Objek dan Validasi Batas Bidang Tanah dengan Warga Desa Pojok

Pada gambar 4.14, pemetaan partisipatif dilakukan dengan Bapak Syamsi sebagai warga Desa Pojok untuk pengumpulan data pertanahan bidang tanah pekarangan.

4.1.5 Pengukuran Bidang Tanah

Pengukuran bidang tanah menggunakan alat ukur pita ukur diatas bidang tanah milik warga/desa setempat. Untuk bidang tanah

yang diukur meliputi bidang tanah sawah dan bidang tanah pekarangan dengan total sampel 39 bidang. Bidang tanah pekarangan dan sawah yang tidak ada bangunan di atasnya diukur sisi-sisinya dan diagonalnya, sedangkan jika ada bangunan di atasnya maka yang diukur sisi-sisinya dan segitiga pada tiap sudutnya untuk dijadikan acuan dalam penggambaran agar bisa dihasilkan diagonalnya. Perhitungan luas menggunakan prinsip panjang sisi-sisi segitiga. Berikut merupakan hasil pengukuran bidang tanahnya dan luasnya:

Tabel 4. 4 Hasil Pengukuran Bidang Tanah dan Hasil Luasannya

No.	Nama Pemilik	Keterangan	Panjang sisi (m)				Panjang Diagonal (m)		Luas (m ²)
			a	b	c	d	D1	D2	
1	Suwardi	Pekarangan	15,40	10,35	15,00	10,20	18,25	18,40	156,14
2	Sujiati	Pekarangan	27,25	11,20	27,40	10,20	29,60	29,55	292,24
3	Sarmi	Pekarangan	16,90	21,43	17,00	21,30	27,61	26,92	361,97
4	Suranto	Pekarangan	16,90	21,50	17,00	21,43	27,77	26,96	363,62
5	Sarwo	Sawah	24,00	75,00	23,80	76,00	79,10	79,30	1804,04
6	Sarto	Sawah	24,40	72,74	24,00	71,00	75,30	76,00	1737,88
7	Jito Jono	Sawah	27,90	72,00	29,10	71,87	76,60	78,10	2049,25
8	Manilir	Sawah	18,00	93,10	18,50	92,60	94,20	95,10	1693,80
9	Danuri	Sawah	33,20	24,10	29,80	25,00	38,40	41,40	768,92
10	Yitno	Sawah	29,80	34,80	25,70	33,90	43,00	46,60	947,54
11	Kamari	Sawah	16,30	60,30	15,50	60,80	62,50	62,80	962,55
12	Mesran	Sawah	17,50	59,20	17,70	58,50	61,60	60,70	1035,06
13	Bengkong Carik	Sawah	70,70	30,00	70,40	26,20	75,80	76,20	1981,65
14	Suratmi	Sawah	70,40	25,90	70,50	27,70	75,60	75,20	1887,84
15	Bengkong Carik	Sawah	90,40	31,00	83,40	30,50	88,90	95,70	2636,14
16	Bengkong Carik	Sawah	83,40	31,10	76,90	30,10	82,00	89,50	2417,73

Lanjutan Tabel 4.4

No.	Nama Pemilik	Keterangan	Panjang sisi (m)				Panjang Diagonal (m)		Luas (m ²)
			a	b	c	d	D1	D2	
17	Noto	Sawah	58,90	24,50	59,90	22,20	64,30	63,40	1386,15
18	Sudar	Sawah	63,60	26,70	62,70	28,40	68,70	69,40	1739,17
19	Suranto	Sawah	54,00	22,85	55,70	25,30	55,70	61,10	1307,43
	Suranto	Sawah	17,10	11,00	17,80	13,10	21,20	21,10	209,79
20	Ismet	Sawah	45,90	30,40	52,20	30,50	57,90	57,30	1485,45
21	Sujiati	Sawah	51,00	24,10	53,05	23,70	55,70	58,10	1240,19
	Sujiati	Sawah	20,70	16,80	21,20	10,80	25,80	24,20	285,44
22	Marjo	Sawah	69,00	24,50	70,00	26,10	74,20	73,00	1757,11
23	Sujiati	Sawah	94,65	13,70	95,00	14,25	96,10	95,60	1324,85
	Sujiati	Sawah	38,20	13,10	37,50	13,70	40,25	40,10	506,99
24	Eko	Sawah	95,00	13,00	94,65	14,25	96,20	95,40	1291,31
	Eko	Sawah	38,50	12,90	38,20	13,00	40,60	40,40	496,58
25	Kastomo	Sawah	42,00	30,80	44,80	32,00	53,20	54,00	1361,13
26	Sardi	Sawah	46,80	30,10	48,20	31,30	56,60	56,60	1457,75
27	Sumarto	Sawah	21,00	91,00	21,50	92,50	93,00	95,50	1944,93
28	Jono	Sawah	19,30	93,30	19,80	93,50	94,50	96,30	1823,92
29	Sisri	Pekarangan	31,00	10,00	31,00	10,00	33,00	32,50	309,84
30	Wongso	Pekarangan	45,00	33,50	47,50	35,00	58,94	57,06	1581,54
31	Wahyono	Pekarangan	22,00	15,20	22,40	15,80	27,20	27,00	344,03
32	Ima	Pekarangan	18,50	15,20	17,80	16,20	24,61	23,33	284,38
33	Slamet	Pekarangan	17,50	39,00	20,00	37,70	41,30	43,80	716,09
34	Sipur	Pekarangan	32,00	16,60	33,50	15,80	34,80	38,10	526,42
35	Sarwo	Pekarangan	25,30	26,70	26,40	26,60	36,40	37,80	688,26
36	Karni	Pekarangan	21,50	16,00	21,80	16,30	26,75	27,20	349,57
37	Sukirman	Pekarangan	21,40	14,50	21,50	13,30	25,05	26,15	297,70
38	Jalil	Pekarangan	8,70	27,50	9,50	27,50	29,00	28,90	250,22

Lanjutan Tabel 4.4

No.	Nama Pemilik	Keterangan	Panjang sisi (m)				Panjang Diagonal (m)		Luas (m ²)
			a	b	c	d	D1	D2	
39	Suprih	Pekarangan	16,80	12,80	16,80	11,50	20,90	20,60	203,94

Berdasarkan tabel 4.4, telah dilakukan pengukuran bidang tanah (bidang pekarangan dan sawah) sebanyak 39 bidang. Untuk bidang tanah dengan panjang sisi lebih dari 100 meter, maka bidang tanah di pecah menjadi 2 bidang (sampel No. 19, 21, 23, 24 dan 26) hal tersebut dikarenakan keterbatasan alat ukur. Pita ukur yang digunakan sepanjang 100 meter.

4.2 Pembahasan

4.2.1 Analisa *Georeference*

Proses *georeferencing* dilakukan untuk memberikan koordinat titik kontrol pada model agar model tersebut memiliki koordinat sesuai dengan yang diinginkan. Proses *georeferencing* dilakukan setelah proses *alignment* foto dengan memberikan koordinat pada *marker* yang terlihat pada foto. Berikut merupakan proses *georeferencing* pada foto:

Gambar 4. 15 Proses *Georeferencing*

Berikut merupakan RMS Error nilai pergeseran pada proses *georeferencing*:

Tabel 4. 5 RMS Error Nilai Pergeseran Proses *Georeferencing*

Nama	X error (cm)	Y error (cm)	Z error (cm)	Total (cm)	Image (pix)
GCP 1	0,878	-0,459	-1,178	1,539	0,961 (26)
GCP 2	-4,619	1,561	-2,639	5,544	0,772 (3)
GCP 3	-0,276	-3,148	-0,617	3,220	0,942 (12)
GCP 4	2,505	-3,104	4,217	5,805	0,983 (10)
GCP 5	3,294	-3,109	2,710	5,309	0,988 (20)
GCP 6	2,619	3,738	2,711	5,309	0,988 (20)
GCP 7	2,469	3,716	-0,151	4,464	0,996 (36)
GCP 8	-1,976	2,226	1,732	3,444	0,888 (24)
GCP 9	-3,197	-0,599	1,895	3,765	0,991 (17)
GCP 10	-2,631	3,085	-5,537	6,862	0,978 (21)
Total	2,708	2,729	2,808	4,761	0,936

Dari tabel 4.5 menunjukkan bahwa RMSE titik kontrol terbesar di titik GCP 10 sebesar 6,862 cm dan RMSE titik kontrol terkecil yaitu pada titik GCP 1 sebesar 1,539 cm.

4.2.2 Analisa *Orthophoto*

Pada pengolahan *orthophoto* ini kualitas mesh sangat mempengaruhi hasilnya.



Gambar 4. 16 Objek Gedung yang Terlihat Kurang Halus

Pada gedung yang besar dan tinggi, gedung tersebut terlihat kurang halus, seperti pada gambar diatas.



Gambar 4. 17 Daerah Vegetasi Tinggi

Pada daerah dengan vegetasi tinggi, terdapat mosaik yang kurang sempurna, seperti ditunjukkan pada gambar diatas. Dari kedua gambar diatas terjadi karena terdapat pergeseran relief pada proses pertampalan foto.

Peta *Orthophoto* Desa Pojok dibentuk oleh 4.806.588 *sparse cloud*, 87.041.970 *dense point cloud*, serta 17.288.785 *faces* dan 8.652.053 *vertices*.

4.2.3 Uji Akurasi Planimetrik

Uji akurasi planimetrik pada hasil peta *orthophoto* yaitu untuk koordinat X dan Y. Pengujian akurasi planimetrik ini sesuai dengan Peraturan Kepala BIG No. 15 Tahun 2014 yaitu nilai yang menggambarkan ketidakpastian koordinat posisi horisontal (X, Y) pada model (objek yang dianggap posisi sebenarnya) dengan koordinat posisi horisontal sebenarnya.

Untuk nilai ketelitian peta dasar yaitu nilai dari CE90 untuk ketelitian horisontal yang berarti bahwa kesalahan posisi peta tidak melebihi nilai tersebut dengan tingkat kepercayaan 90%. Nilai CE90 dapat diperoleh dengan rumus mengacu kepada standar sebagai-berikut US NMAS (*United States National Map Accuracy Standards*) sebagai berikut :

$$CE90 = 1,5175 \times RMSEr \quad (4. 1)$$

Dengan :

RMSEr : *Root Mean Square Error* pada posisi x dan y (horisontal)

$$RMSEr = \sqrt{\frac{\sum D(x_{data} - x_{cek})^2 + \sum D(y_{data} - y_{cek})^2}{n}} \quad (4.2)$$

Dengan:

n = jumlah total pengecekan pada peta

D = selisih antara koordinat yang diukur dilapangan dengan di peta

x = nilai koordinat pada sumbu X

y = nilai koordinat pada sumbu Y

Dari hasil perhitungan (tabel perhitungan dilampiran), didapatkan nilai RMSEr sebesar 0,099 meter. Untuk mendapatkan nilai CE90 dengan rumus yang mengacu kepada US NMAS (*United States National Map Accuracy Standards*) (persamaan 4.2). Maka dari hasil RMEr tersebut dihasilkan nilai CE90 sebesar 0,152 meter. Kemudian dilakukan pengujian terhadap hasil tersebut pada tabel:

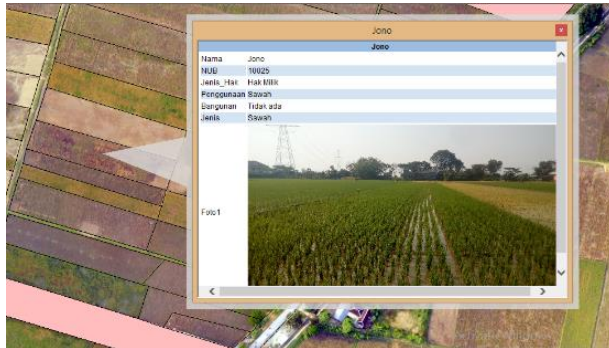
Tabel 4. 6 Uji CE90 untuk Peta Skala 1:1000

Ketelitian	Hasil uji CE90 (dalam m)	Ketelitian Peta Skala 1:1000		
		Kelas 1 (dalam m)	Kelas 2 (dalam m)	Kelas 3 (dalam m)
Horisontal	0,152	0,2	0,3	0,5

Sehingga peta *orthophoto* Desa Pojok menurut hasil uji CE90 memiliki ketelitian peta pada skala 1:1000 pada kelas 1.

4.2.4 Digitasi dan Pembuatan Peta Informasi Bidang Tanah

Digitasi dilakukan pada *software* ArcGIS 10.5. Pada desa penelitian, secara umum daerahnya hanya terbagi atas daerah pemukiman dengan total bidang 1.443 bidang dan areal persawahan dengan total bidang 615 bidang.



Gambar 4. 18 Bidang Tanah Berikut Informasinya

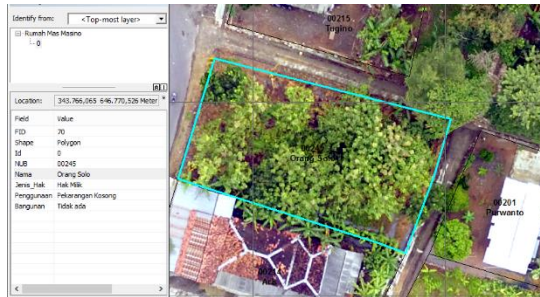
Dari gambar 4.18 diatas dapat diketahui mengenai informasi dari bidang tanah tersebut. Informasinya berupa nama pemilik, NUB (Nomor Urut Bidang), Jenis Hak, Penggunaan bidang, kondisi bidang (terdapat bangunan atau tidak), jenis bidang (sawah/pekarangan/kebun) serta foto kondisi lokasi bidang tersebut.



Gambar 4. 19 Muka Peta dari Peta Informasi Bidang Tanah (PIBT)

Pada beberapa bidang yang mayoritas adalah bidang tanah berupa kebun, banyak yang tidak diketahui subjek pemiliknya.

Karena pemilik bukan berasal dari desa penelitian. Warga biasanya hanya mengetahui asal dari pemiliknya.

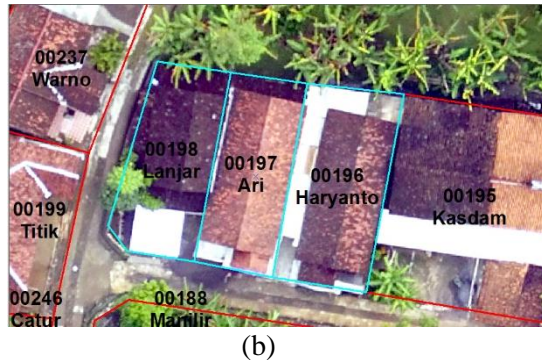


Gambar 4. 20 Pemilik Luar Daerah

Pada gambar 4.20 untuk batas bidang teridentifikasi, namun untuk kepemilikan masyarakat sekitar lokasi kurang mengerti siapa pemiliknya. Masyarakat biasanya hanya mengetahui asal pemiliknya. Seperti pada bidang tanah diatas bahwa pemiliknya merupakan orang luar daerah. Pada kasus lainnya, bidang tanah yang terlihat memiliki 1 hak, namun pada kondisi sebenarnya lebih dari 1 hak, seperti gambar dibawah ini:



(a)



Gambar 4. 21 Bidang Tanah yang Sepertinya 1 Hak (a), Namun Sudah Menjadi 3 Hak (b)

Pada gambar 4.21 diatas, bidang tanah menurut hasil dari interpretasi merupakan 1 hak, namun dikondisi sebenarnya memiliki lebih dari 1 hak. Pada kasus lain sulitnya melakukan interpretasi batas bidang tanah pada kawasan dengan vegetasi yang tinggi.



Gambar 4. 22 Daerah Vegetasi Tinggi

Untuk daerah dengan vegetasi yang tinggi (gambar 4.22), maka deliniasi dilakukan dengan intepretasi visual saja. Karena batas antar bidang sulit teridentifikasi.

4.2.5 Analisa Pengukuran Bidang Tanah dengan Hasil *Digitasi*

Standar pengujian untuk ketelitian planimetrik luas berpedoman pada Peraturan Menteri Negara Agraria / Kepala Badan Pertanahan Nasional Nomor 3 Tahun 1997 tentang Pedoman Teknis Keteletian Peta Dasar Pendaftaran.

Langkah pertama dalam pengujian ketelitian luas ini adalah menghitung selisih luas antara luas pada orthofoto dengan luas sebenarnya di lapangan. Luas tersebut merupakan luas dari 39 sampel bidang tanah yang diambil. Kemudian selisih luas tersebut diuji menggunakan rumus toleransi kesalahan seperti berikut:

$$\text{Toleransi Kesalahan Luas} = \pm 0.5 \sqrt{L} \quad (4.3)$$

Keterangan:

L = luas yang dianggap benar (luas di lapangan)

Berikut merupakan hasil luas *digitasi*, luas pengukuran, selisihnya dan toleransinya:

Tabel 4. 7 Perbandingan Luas dan Toleransinya

No.	Nama Pemilik	Luas Hasil Pengukuran (m ²)	Luas Hasil Foto Udara (m ²)	Selisih (m ²)	Toleransi Kesalahan Luas (m ²)	Hasil Analisa
1	Suwardi	156,14	156,86	0,72	±6,25	Diterima
2	Sujiati	292,24	292,66	0,43	±8,55	Diterima
3	Sarmi	361,97	362,18	0,21	±9,51	Diterima
4	Suranto	363,62	363,83	0,21	±9,53	Diterima
5	Sarwo	1804,04	1803,40	-0,64	±21,24	Diterima
6	Sarto	1737,88	1737,64	-0,23	±20,84	Diterima

Lanjutan Tabel 4.7

No.	Nama Pemilik	Luas Hasil Pengukuran (m ²)	Luas Hasil Foto Udara (m ²)	Selisih (m ²)	Toleransi Kesalahan Luas (m ²)	Hasil Analisa
7	Jito Jono	2049,25	2049,47	0,22	±22,63	Diterima
8	Manilir	1693,80	1694,08	0,28	±20,58	Diterima
9	Danuri	768,92	768,61	-0,31	±13,86	Diterima
10	Yitno	947,54	947,71	0,17	±15,39	Diterima
11	Kamari	962,55	963,15	0,60	±15,51	Diterima
12	Mesran	1035,06	1034,12	-0,94	±16,09	Diterima
13	Bengkong Carik	1981,65	1980,24	-1,41	±22,26	Diterima
14	Suratmi	1887,84	1888,97	1,13	±21,72	Diterima
15	Bengkong Carik	2636,14	2638,49	2,35	±25,67	Diterima
16	Bengkong Carik	2417,73	2416,01	-1,72	±24,59	Diterima
17	Noto	1386,15	1387,40	1,25	±18,62	Diterima
18	Sudar	1739,17	1740,67	1,49	±20,85	Diterima
19	Suranto	1517,23	1518,06	0,83	±19,48	Diterima
20	Ismet	1485,45	1483,10	-2,35	±19,27	Diterima
21	Sujiati	1525,63	1526,96	1,33	±19,53	Diterima
22	Marjo	1757,11	1754,44	-2,67	±20,96	Diterima
23	Sujiati	1831,84	1835,18	3,34	±21,40	Diterima
24	Eko	1787,89	1787,40	-0,49	±21,14	Diterima
25	Kastomo	1361,13	1362,84	1,71	±18,45	Diterima
26	Sardi	1457,75	1460,43	2,68	±19,09	Diterima
27	Sumarto	1944,93	1945,69	0,76	±22,05	Diterima
28	Jono	1823,92	1822,54	-1,38	±21,35	Diterima
29	Sisri	309,84	310,59	0,76	±8,80	Diterima

Lanjutan Tabel 4.7

No.	Nama Pemilik	Luas Hasil Pengukuran (m2)	Luas Hasil Foto Udara (m2)	Selisih (m2)	Toleransi Kesalahan Luas (m ²)	Hasil Analisa
30	Wongso	1581,54	1582,31	0,77	$\pm 19,88$	Diterima
31	Wahyono	344,03	344,28	0,25	$\pm 9,27$	Diterima
32	Ima	284,38	283,42	-0,96	$\pm 8,43$	Diterima
33	Slamet	716,09	715,87	-0,22	$\pm 13,38$	Diterima
34	Sipur	526,42	526,93	0,51	$\pm 11,47$	Diterima
35	Sarwo	688,26	688,97	0,70	$\pm 13,12$	Diterima
36	Karni	349,57	350,86	1,29	$\pm 9,35$	Diterima
37	Sukirman	297,70	298,10	0,41	$\pm 8,63$	Diterima
38	Jalil	250,22	250,67	0,45	$\pm 7,91$	Diterima
39	Suprih	203,94	204,64	0,70	$\pm 7,14$	Diterima

Berdasarkan hasil tabel 4.7 dapat disimpulkan bahwa semua sampel memenuhi atau diterima dalam toleransi kesalahan luas.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Telah dibuat peta dari hasil pemotretan udara menggunakan wahana *drone* jenis *quadcopter* sebagai peta dasar dalam pembuatan peta informasi bidang tanah (PIBT) yang memiliki ketelitian horisontal (CE90) peta dasar pada skala 1:1000 pada kelas 1.
2. Pengumpulan data untuk mendapatkan subjek/objek bidang tanah dan validasinya melibatkan partisipasi dari masyarakat yang berjumlah 14 orang, 3 diantaranya merupakan perangkat desa serta 11 lainnya merupakan warga setempat. Data subjek bidang tanah yang berhubungan dengan nama pemilik, jenis hak, penggunaan bidang tanah serta jenis bidang tanahnya (sawah/pekarangan/kebun). Sedangkan untuk data objek bidang tanah berupa data spasial dari bidang tanah tersebut.
3. Peta Informasi Bidang Tanah (PIBT) yang telah dibuat didominasi oleh areal persawahan dengan total luas 128,597 hektar yang terdiri dari bidang tanah sebanyak 615 bidang dan daerah pemukiman dengan total luas 69,378 hektar yang terdiri dari 1.443 bidang.
4. Pada pengujian ketelitian planimetrik luas yang dilakukan pada 39 sampel, semua sampel memenuhi atau diterima dalam toleransi kesalahan luas ($KL = \pm 0,5\sqrt{L}$ berdasarkan Peraturan Menteri Negara Agraria / Kepala Badan Pertanahan Nasional Nomor 3 Tahun 1997 tentang Pedoman Teknis Ketelitian Peta Dasar Pendaftaran) dengan selisih terkecil pada bidang seluas

947,54 m² sebesar 0,17 m² dengan toleransi $\pm 15,39$ m² dan selisih terbesar pada bidang seluas 1831,84 m² sebesar 3,34 m² dengan toleransi $\pm 21,40$ m² untuk bidang tanah sawah. Untuk bidang tanah pekarangan selisih terkecil pada bidang seluas 361,97 m² sebesar 0,21 m² dengan toleransi $\pm 9,51$ m² dan selisih terbesar pada bidang seluas 349,57 m² sebesar 1,29 m² dengan toleransi $\pm 9,35$ m². Sehingga PIBT ini dapat dijadikan pertimbangan menjadi peta bidang tanah (PBT) selanjutnya.

5.2 Saran

Untuk penelitian selanjutnya dalam pembuatan PIBT dapat digunakan peta dasar dari citra satelit resolusi tinggi (CSRT) kemudian dibandingkan dengan peta dasar hasil dari pemotretan udara yang menggunakan *drone* sehingga dapat dianalisa perbedaan mengenai keuntungan dan kerugian dari kedua model data tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- Al Ayyubi, Ahmad Solihuddin. 2017. *Analisa Planimetrik Hasil Pemetaan Foto Udara Skala 1:1000 Menggunakan Wahana Fix Wing UAV* [skripsi]. Surabaya (ID): Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- China, Dji Corp. 2018. *Phantom 3 Advanced*. <URL: <https://www.dji.com/phantom-3-adv/info>> Dikunjungi pada tanggal 5 Juli 2018.
- Indonesia, Badan Informasi Geospasial (BIG). 2016. *Modul Validasi Peta Rencana Tata Ruang*. Bogor: Badan Informasi Geospasial (BIG).
- Indonesia, Badan Informasi Geospasial (BIG). 2014. *Peraturan Kepala Badan Informasi Geospasial Tentang Pedoman Teknis Ketelitian Peta Dasar*. Bogor: Badan Informasi Geospasial (BIG).
- Indonesia, Badan Pusat Statistik (BPS). 2017. *Kecamatan Tawang Sari Dalam Angka 2017*. Sukoharjo: Badan Pusat Statistik Sukoharjo.
- Indonesia, Direktur Jenderal Infrastruktur Keagrariaan. 2017. *Petunjuk Teknis Pembuatan Peta Informasi Bidang Tanah Melalui Partisipasi Masyarakat*. Jakarta: Direktur Jenderal Infrastruktur Keagrariaan
- Indonesia, Kementerian ATR/BPN. 2016. *Petunjuk Teknis Pengukuran Dan Pemetaan Bidang Tanah Sistematis Lengkap*. Jakarta: Kementerian ATR/BPN
- Indonesia, Menteri ATR/Kepala BPN. 1997. *Ketentuan Pelaksanaan Peraturan Pemerintah Nomor 24 Tahun 1997 Tentang Pendaftaran Tanah*. Jakarta: Menteri ATR/Kepala BPN
- Harintaka, Subaryono, Tanjung, A. M., (2008). *Evaluasi Penerapan Mini Bundle Block Adjustment Pada Foto Udara Format Kecil*. No. 3 Tahun XXX Edisi Agustus 2008 ISSN 0216-3012, Media Teknik.

- Hariyanto, Teguh. 2003. *Photogrametri I*. Surabaya: ITS Press
- Haryono. 2012. *Menentukan Luas*,
<URL:http://haryono_putro.staff.gunadarma.ac.id/Downloads/files/19539/Pertemuan+6.pdf>. Dikunjungi pada tanggal 05 Februari 2018 jam 20.00 WIB.
- Hertanto, H. 2014. *Pembuatan Peta Foto dengan Mosaik Foto Udara Format Kecil Menggunakan Metode Kolinearitas*, Surabaya: Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya
- Kraus, K. (2007), *Photogrammetry : Geometry from Images and Laser Scans*, Hubert & Co, GmbH, Germany.
- Lowe, D. G. (2004). *Distinctive image features from scale-invariant keypoints*. International Journal of Computer Vision, 60(2), 91–110. <https://doi.org/10.1023/B:VISI.0000029664.99615.94>
- Pratomo, Anggoro Adi., dkk. 2017. *Pengujian Akurasi Dan Ketelitian Planimetrik Pada Pemetaan Bidang Tanah Pemukiman Skala Besar Menggunakan Wahana Unmanned Aerial Vehicle (UAV)*. Semarang: Jurnal Undip Volume 6, Nomor 1, Tahun 2017, (ISSN:2337-845X)
- Ramadhiani, Arimbi. 2016. *Catat, Baru 45 Juta Bidang Tanah di Indonesia yang Telah Bersertifikat*,<URL:<http://properti.kompas.com/read/2016/10/09/160000321/catat.baru.45.juta.bidang.tanah.di.indonesia.yang.telah.bersertifikat>>. Dikunjungi pada tanggal 12 Januari 2018 jam 21.00 WIB.
- Snaveely, N. (2010). *Scene Reconstruction and Visualization from Internet Photo Collections*. In *Proceedings of the IEEE* (Vol. 98(8), 1370-1390.
- Soeta'at, (2011). *Fotogrametri I*. Yogyakarta: Diktat Jurusan Teknik Geodesi Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada
- Utomo, Budi. 2017. *Drone Untuk Percepatan Pemetaan Bidang Tanah*. Palembang: Jurnal Fakultas Hukum dan Ilmu Sosial UNDIKSHA dan IGI MKG Vol. 18, No.2, Desember 2017 (146 – 155) ISSN 0216-8138.

- Wardani, Arinda Kusuma. 2016. *Analisis Metode Delineasi Bidang Tanah Pada Citra Resolusi Tinggi Dalam Pembuatan Kadaster Lengkap* [skripsi]. Surabaya (ID): Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Westoby, M. J., Brasington, J., Glasser, N. F., Hambrey, M. J., & Reynolds, J. M. (2012). *Structure-from-Motion photogrammetry: A low-cost, effective tool for geoscience applications*. *Geomorphology*, 179, 300–314. <https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2012.08.021>
- Yudha, Imam Satria. 2015. *Pengaruh Sebaran GCP Pada Proses Rektifikasi Citra Worldview II*. Surabaya: Jurnal Geoid Vol. II No. 01 Agustus 2015 (67-74).
- Warner, W., S., Graham., R., W., and Read, R., E., (1996). *Small Format Aerial Photography*, ISBN 1-870325-56-7, Whittles Publishing, Scotland, UK.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

LAMPIRAN

Lampiran 1

Dokumentasi Pemotretan Udara Menggunakan Wahana Drone



Gambar 1. *Pra-take-off Drone*



Gambar 2. *Persiapan Take-off Drone*



Gambar 3. Pengecekan Jalur Terbang



Gambar 4. Pengecekan *Take-off Drone*



Gambar 5. *Drone Take-off*



Gambar 6. *Monitoring Jalur Terbang serta Pemotretan dari Drone*



Gambar 7. *Drone Landing*



Gambar 8. Proses Akuisisi Data

Lampiran 2
Formulir Pengukuran GCP/ICP




	<p align="center">DEPARTEMEN TEKNIK GEOMATIKA Fakultas Teknik Sipil Lingkungan dan Kebumian Institut Teknologi Sepuluh Nopember Jl. Raya ITS, Keputih, Sukolilo, Kota SBY, Jawa Timur 60111</p>	<p align="center">Nama Titik</p>
		<p align="center">GCP 5</p>
<p align="center">FORMULIR DISKRIPSI TITIK GPS</p>		
<p>Metode Pengukuran : Statik (30 menit) Lokasi : Perbatasan Desa Pojok-Desa Tangkisan Waktu Pengamatan : Mulai: 1:56:45 Selesai: 2:31:15 Tanggal : 15 April 2018 Receiver: Astech/Topcon/Leica, Model: Hiper Pro. S/N: Antena: Astech/Topcon/Leica/....., Model:Hiper Pro S/N..... Tinggi Antena: Miring/Tegak; Sebelum: 1,153m; sesudah: 1,153m</p>		
Uraian Lokasi	Dekat Jembatan Penghubung Desa Pojok - DesaTangkisan	
Kenampakan Menonjol	Jembatan	
Jalan ke Lokasi	Baik	
Transpot & Akomodasi	Dapat dilalui dengan motor	
Tahun: 2018		
<p align="center">Foto Lokasi Ke Arah UTARA</p>	<p align="center">Foto Lokasi Ke Arah SELATAN</p>	
		

Foto Lokasi Ke Arah BARAT**Foto Lokasi Ke Arah TIMUR**

	<p align="center">DEPARTEMEN TEKNIK GEOMATIKA Fakultas Teknik Sipil Lingkungan dan Kebumihan Institut Teknologi Sepuluh Nopember Jl. Raya ITS, Keputih, Sukolilo, Kota SBY, Jawa Timur 60111</p>	<p align="center">Nama Titik</p>
		<p align="center">GCP 8</p>
<p align="center">FORMULIR DISKRIPSI TITIK GPS</p>		
<p>Metode Pengukuran : Statik (30 menit) Lokasi : Jalan Raya Sukoharjo-Tawang Sari Waktu Pengamatan : Mulai 1:48:45 Selesai 2:20:45 Tanggal : 15 April 2018 Receiver: Astech/Topcon/Leica, Model: Hiper Pro. S/N: Antena: Astech/Topcon/Leica/....., Model:Hiper Pro S/N..... Tinggi Antena: Miring/Tegak; Sebelum: 1,257m; sesudah: 1,257m</p>		
<p>Uraian Lokasi</p>	<p>Berada di Jalan Raya Sukoharjo-</p>	
	<p>Tawang Sari, Dekat Rumah Sakit</p>	
<p>Kenampakan Menonjol</p>	<p>Jalan Raya dan Rumah Sakit</p>	
<p>Jalan ke Lokasi</p>	<p>Baik</p>	
<p>Transport & Akomodasi</p>	<p>Dapat dilalui sepeda motor</p>	
<p>Tahun:2018</p>		
<p align="center">Foto Lokasi Ke Arah UTARA</p>	<p align="center">Foto Lokasi Ke Arah SELATAN</p>	
		

Foto Lokasi Ke Arah BARAT	Foto Lokasi Ke Arah TIMUR
	

	<p align="center">DEPARTEMEN TEKNIK GEOMATIKA Fakultas Teknik Sipil Lingkungan dan Kebumihan Institut Teknologi Sepuluh Nopember Jl. Raya ITS, Keputih, Sukolilo, Kota SBY, Jawa Timur 60111</p>	<p align="center">Nama Titik</p> <p align="center">ICP 10</p>
<p align="center">FORMULIR DISKRIPSI TITIK GPS</p>		
<p>Metode Pengukuran : Statik (15 menit) Lokasi : Jalan Sutawijaya Desa Pojok Waktu Pengamatan : Mulai: 3:03:30 Selesai: 3:22:00 Tanggal : 15 April 2018 Receiver: Astech/Topcon/Leica, Model: Hiper Pro. S/N: Antena: Astech/Topcon/Leica/....., Model: Hiper Pro S/N..... Tinggi Antena: Miring/Tegak; Sebelum: 1,536 m; sesudah: 1,536 m</p>		
Uraian Lokasi	Berada di pinggir Jalan Sutawijaya	
Kenampakan Menonjol	Jalan dan Rumah Warga	
Jalan ke Lokasi	Baik	
Transport & Akomodasi	Dapat dilalui sepeda motor	
Tahun: 2018		
<p align="center">Foto Lokasi Ke Arah UTARA</p>	<p align="center">Foto Lokasi Ke Arah SELATAN</p>	
		

Foto Lokasi Ke Arah BARAT	Foto Lokasi Ke Arah TIMUR
 A photograph showing a person standing next to a surveying tripod on a paved road. The person is holding a white sign with the letter 'B' in black. The tripod is set up on the road. In the background, there are trees, a brick wall, and a motorcycle parked on the side of the road. The sky is overcast.	 A photograph showing a person standing next to a surveying tripod on a paved road. The person is holding a white sign with the letter 'T' in black. The tripod is set up on the road. In the background, there are trees, a brick wall, and a motorcycle parked on the side of the road. The sky is overcast.

	<p align="center">DEPARTEMEN TEKNIK GEOMATIKA Fakultas Teknik Sipil Lingkungan dan Kebumihan Institut Teknologi Sepuluh Nopember Jl. Raya ITS, Keputih, Sukolilo, Kota SBY, Jawa Timur 60111</p>	<p align="center">Nama Titik</p> <p align="center">ICP 12</p>
<p align="center">FORMULIR DISKRIPSI TITIK GPS</p>		
<p>Metode Pengukuran : Statik 15 menit Lokasi : Belakang Masjid Al-Falah Kenteng Waktu Pengamatan : Mulai: 4:04:30 Selesai: 4:21:30 Tanggal : 15 April 2018 Receiver: Astech/Topcon/Leica, Model: Hiper Pro. S/N: Antena: Astech/Topcon/Leica/....., Model: Hiper Pro S/N..... Tinggi Antena: Miring/Tegak; Sebelum: 1,470m; sesudah: 1,470m</p>		
Uraian Lokasi	Di belakang Masjid Al-Falah Kenteng	
Kenampakan Menonjol	Masjid dan Rumah Warga	
Jalan ke Lokasi	Baik	
Transport & Akomodasi	Dapat dilalui dengan sepeda motor	
Tahun:2018		
<p align="center">Foto Lokasi Ke Arah UTARA</p>	<p align="center">Foto Lokasi Ke Arah SELATAN</p>	
		

Foto Lokasi Ke Arah BARAT	Foto Lokasi Ke Arah TIMUR
	

Lampiran 3
Data Hasil Pemotretan Udara



Name	DJI_0985.JPG
Altitude	270,117
Focal Length	4 mm
F-Stop	f/2,8
Exposure Time	1/590 sec.
ISO Speed	ISO-100
Date/Time	15/04/2018 11:10
Situasi/cuaca	Cerah
Koordinat Foto	7; 42; 44,768899999999178 110; 47; 48,75489999999992



Name	DJI_0036.JPG
Altitude	297,243m
Focal Length	4 mm
F-Stop	f/2,8
Exposure Time	1/1053 sec.
ISO Speed	ISO-100
Date/Time	15/04/2018 14:08
Situasi/cuaca	Cerah
Koordinat Foo	7; 42; 56,57289999999999038 110; 47; 38,70130000000000015237



Name	DJI_0522.JPG
Altitude	250,807m
Focal Length	4 mm
F-Stop	f/2,8
Exposure Time	1/404 sec.
ISO Speed	ISO-100
Date/Time	16/04/2018 8:32
Situasi/cuaca	Cerah
Koordinat Foto	7;43;16,64830000000066 110;48;7,059699999999983593



Name	DJI_0006.JPG
Altitude	270,217
Focal Length	4 mm
F-Stop	f/2,8
Exposure Time	1/482 sec.
ISO Speed	ISO-100
Date/Time	15/04/2018
Situasi/cuaca	Cerah
Koordinat Foo	7; 42; 26,895700000000886 110; 47; 48,01250000011755

Lampiran 4

Proses Pemetaan Partisipatif Dengan Warga Desa Pojok



Gambar 9. Pemetaan Partisipatif dengan Perangkat Dukuh Jetis Mantren, Desa Pojok



Gambar 10. Pemetaan Partisipatif dengan Perangkat Dukuh Pojok, Desa Pojok



Gambar 9. Pemetaan Partisipatif dengan Warga Dukuh Jetis,
Desa Pojok



Gambar 10. Pemetaan Partisipatif dengan Warga Dukuh Selo,
Desa Pojok



Gambar 11. Pemetaan Partisipatif dengan Warga Dukuh Gendengan, Desa Pojok



Gambar 12. Pemetaan Partisipatif dengan Warga Dukuh Kenteng, Desa Pojok



Gambar 13. Pemetaan Partisipatif dengan Ketua Gabungan Kelompok Tani, Desa Pojok



Gambar 14. Pemetaan Partisipatif dengan Ketua Kelompok Tani, Desa Pojok

Lampiran 5

Pengukuran Bidang Tanah



Gambar 15. Pengukuran Bidang Tanah Bersama Perangkat Desa Pojok



Gambar 16. Pengukuran Bidang Tanah



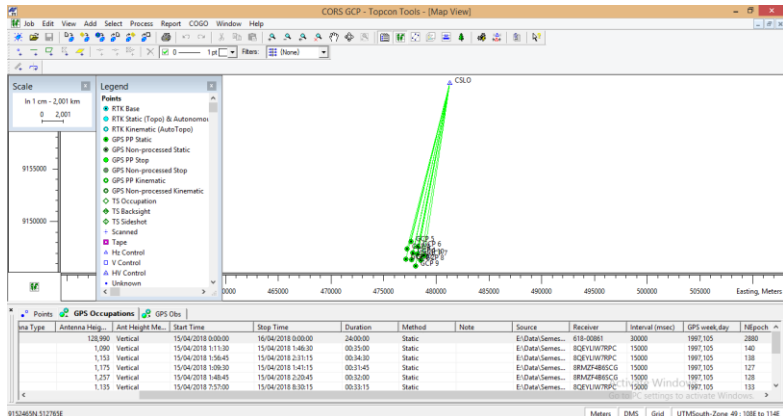
Gambar 17. Pengukuran Bidang Tanah Sawah Milik Warga



Gambar 18. Pengukuran Bidang Tanah Sawah Bengkok Desa

Lampiran 6

Hasil Pengolahan Data GCP/ICP



Gambar 19. Pengolahan Data Pengamatan GPS Hasil Pengukuran *Ground Control Point* Menggunakan Software *Topcon Tools*



Project Summary

Project name: CORS GCP.ttp

Surveyor: Anggoro W. Widodo

Comment:

Linear unit: Meters

Projection: UTMSouth-Zone_49 : 108E to 114E

Geoid:

Adjustment Summary

Adjustment type: Plane + Height, Minimal constraint

Confidence level: 95 %

Number of adjusted points: 11

Number of plane control points: 1

Number of used GPS vectors: 10

A posteriori plane UWE: 1 , Bounds: (1 , 1)

Number of height control points: 1

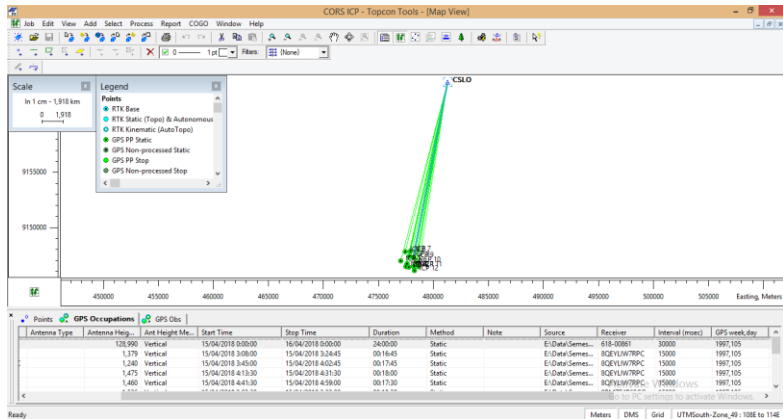
A posteriori height UWE: 1 , Bounds: (1 , 1)

Used GPS Observations

Name	dN (m)	dE (m)	dHt (m)	Horz RMS (m)	Vert RMS (m)
CSLO-GCP 1	- 16148,140	- 3520,275	122,415	0,017	0,043
CSLO-GCP 2	- 16763,321	- 3637,258	123,049	0,030	0,047
CSLO-GCP 3	- 16718,169	- 4188,133	121,507	0,015	0,024
CSLO-GCP 4	- 15783,051	- 4057,245	122,294	0,019	0,031
CSLO-GCP 5	- 15048,685	- 3692,010	122,354	0,011	0,022
CSLO-GCP 6	- 15561,577	- 3045,090	123,411	0,018	0,021
CSLO-GCP 7	- 16418,953	- 2453,246	123,676	0,026	0,028
CSLO-GCP 8	- 16843,331	- 2761,564	123,944	0,014	0,022
CSLO-GCP 9	- 17367,751	- 3276,583	124,760	0,029	0,028

CSLO-GCP	-	-	123,603	0,011	0,016
10	16223,163	3068,876			
GPS Observation Residuals					
Name	dN (m)	dE (m)	dHt (m)	Horz RMS (m)	Vert RMS (m)
CSLO-GCP	-	-	122,415	0,017	0,043
1	16148,140	3520,275			
CSLO-GCP	-	-	123,049	0,030	0,047
2	16763,321	3637,258			
CSLO-GCP	-	-	121,507	0,015	0,024
3	16718,169	4188,133			
CSLO-GCP	-	-	122,294	0,019	0,031
4	15783,051	4057,245			
CSLO-GCP	-	-	122,354	0,011	0,022
5	15048,685	3692,010			
CSLO-GCP	-	-	123,411	0,018	0,021
6	15561,577	3045,090			
CSLO-GCP	-	-	123,676	0,026	0,028
7	16418,953	2453,246			
CSLO-GCP	-	-	123,944	0,014	0,022
8	16843,331	2761,564			
CSLO-GCP	-	-	124,760	0,029	0,028
9	17367,751	3276,583			
CSLO-GCP	-	-	123,603	0,011	0,016
10	16223,163	3068,876			
Control Points					
Name	Grid Northing (m)	Grid Easting (m)	Elevation (m)	Code	
CSLO	9163169,600	481279,373	129,694		

Adjusted Points				
Name	Grid Northing (m)	Grid Easting (m)	Elevation (m)	Code
GCP 1	9147021,460	477759,098	252,109	
GCP 2	9146406,279	477642,115	252,742	
GCP 3	9146451,431	477091,240	251,201	
GCP 4	9147386,550	477222,128	251,988	
GCP 5	9148120,915	477587,362	252,048	
GCP 6	9147608,023	478234,282	253,105	
GCP 7	9146750,648	478826,127	253,370	
GCP 8	9146326,269	478517,809	253,638	
GCP 9	9145801,849	478002,789	254,454	
GCP 10	9146946,437	478210,497	253,297	



Gambar 20. Pengolahan Data Pengamatan GPS Hasil Pengukuran *Independent Check Point* Menggunakan Software *Topcon Tools*



Project Summary

Project name: CORS ICP.ttp

Surveyor: Anggoro W. Widodo

Comment:

Linear unit: Meters

Projection: UTMSouth-Zone_49 : 108E to 114E

Geoid:

Adjustment Summary

Adjustment type: Plane + Height, Minimal constraint

Confidence level: 95 %

Number of adjusted points: 13

Number of plane control points: 1

Number of used GPS vectors: 12

A posteriori plane UWE: 1 , Bounds: (1 , 1)

Number of height control points: 1

A posteriori height UWE: 1 , Bounds: (1 , 1)

Used GPS Observations

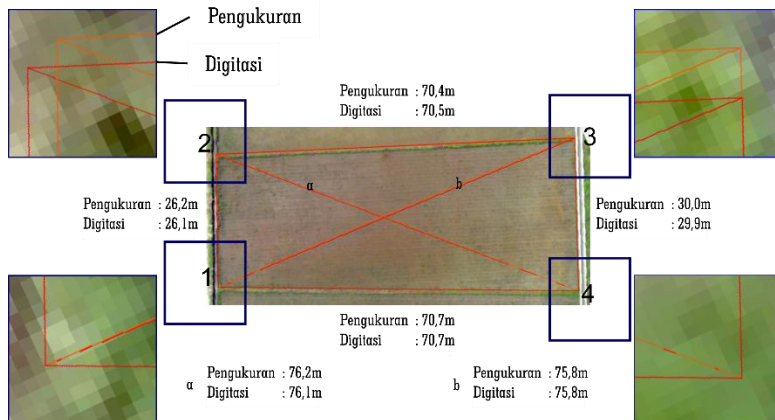
Name	dN (m)	dE (m)	dHt (m)	Horz RMS (m)	Vert RMS (m)
CSLO-ICP 1	- 16711,783	- 3055,433	122,393	0,027	0,048
CSLO-ICP 2	- 16789,586	- 3531,427	121,977	0,037	0,065
CSLO-ICP 3	- 16434,949	- 3675,354	121,052	0,036	0,072
CSLO-ICP 4	- 16729,927	- 3781,768	123,168	0,016	0,029
CSLO-ICP 5	- 16187,798	- 4238,779	120,249	0,027	0,047
CSLO-ICP 6	- 15350,557	- 3849,973	121,929	0,019	0,031
CSLO-ICP 7	- 15307,739	- 3358,575	122,877	0,011	0,022
CSLO-ICP 8	- 15790,213	- 3459,387	122,889	0,013	0,030
CSLO-ICP 9	- 15891,316	- 3086,855	122,681	0,016	0,033
CSLO-ICP 10	- 16295,825	- 2792,805	122,772	0,043	0,094
CSLO-ICP 11	- 16694,326	- 2633,758	123,489	0,013	0,024

CSLO-ICP	-	-	123,483	0,033	0,062
12	17054,686	3010,677			
GPS Observation Residuals					
Name	dN (m)	dE (m)	dHt (m)	Horz RMS (m)	Vert RMS (m)
CSLO-ICP	-	-			
1	16711,783	3055,433	122,393	0,027	0,048
CSLO-ICP	-	-			
2	16789,586	3531,427	121,977	0,037	0,065
CSLO-ICP	-	-			
3	16434,949	3675,354	121,052	0,036	0,072
CSLO-ICP	-	-			
4	16729,927	3781,768	123,168	0,016	0,029
CSLO-ICP	-	-			
5	16187,798	4238,779	120,249	0,027	0,047
CSLO-ICP	-	-			
6	15350,557	3849,973	121,929	0,019	0,031
CSLO-ICP	-	-			
7	15307,739	3358,575	122,877	0,011	0,022
CSLO-ICP	-	-			
8	15790,213	3459,387	122,889	0,013	0,030
CSLO-ICP	-	-			
9	15891,316	3086,855	122,681	0,016	0,033
CSLO-ICP	-	-			
10	16295,825	2792,805	122,772	0,043	0,094
CSLO-ICP	-	-			
11	16694,326	2633,758	123,489	0,013	0,024
CSLO-ICP	-	-			
12	17054,686	3010,677	123,483	0,033	0,062

Control Points				
Name	Grid Northing (m)	Grid Easting (m)	Elevation (m)	Code
CSLO	9163169,600	481279,373	129,694	
Adjusted Points				
Name	Grid Northing (m)	Grid Easting (m)	Elevation (m)	Code
ICP 1	9146457,818	478223,940	252,086	
ICP 2	9146380,015	477747,945	251,671	
ICP 3	9146734,652	477604,018	250,745	
ICP 4	9146439,673	477497,604	252,862	
ICP 5	9146981,802	477040,594	249,942	
ICP 6	9147819,043	477429,400	251,623	
ICP 7	9147861,861	477920,798	252,571	
ICP 8	9147379,387	477819,985	252,583	
ICP 9	9147278,285	478192,517	252,374	
ICP 10	9146873,775	478486,568	252,465	
ICP 11	9146475,274	478645,615	253,183	
ICP 12	9146114,914	478268,696	253,176	

Lampiran 8

Perhitungan Luas Bidang Tanah





Gambar 21. Perbandingan Pengukuran Bidang Tanah dengan Hasil Digitasi

Perhitungan Luas Pengukuran:
Menggunakan prinsip sisi-sisi segitiga.

Tabel 2. Perhitungan Luas Segitiga L1, L2

$S1 = (26,20+70,70+76,2)/2$ $= 86,55\text{m}$ $L1 = \sqrt{86,55 \cdot (86,55-26,20) \cdot (86,55-70,70) \cdot (86,55-76,20)}$ $= 925,67\text{m}^2$	$S2 = (30,00+70,40+76,2)/2$ $= 88,30\text{m}$ $L2 = \sqrt{88,30 \cdot (88,30-30,00) \cdot (88,30-70,70) \cdot (88,30-76,20)}$ $= 1055,93\text{m}^2$

Tabel 3. Perhitungan Luas Segitiga L3, L4

	
$S3 = (26,20+70,40+75,80)/2$ $= 86,20m$ $L3 = \sqrt{86,20*(86,20-26,20)*}$ $(86,20-70,40)*}$ $(86,20-75,80)*}$ $= 921,88m^2$	$S4 = (70,70+30,30+75,80)/2$ $= 88,25m$ $L4 = \sqrt{88,25*(88,25-70,70)*}$ $(88,25-30,30)*}$ $(88,25-75,80)*}$ $= 1059,81m^2$

Luas bidang tanah dari luas segitiga L1 dan L2:

$$\begin{aligned} \text{Luas1} &= (L1+L2) \\ &= (925,67+1055,93) \\ &= 1981,69m^2 \end{aligned}$$

Luas bidang tanah dari luas segitiga L3 dan L4:

$$\begin{aligned} \text{Luas1} &= (L3+L4) \\ &= (921,88+1059,81) \\ &= 1981,69m^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Luas Bidang Tanah Pengukuran} &= (\text{Luas1}+\text{Luas2})/2 \\ &= (1981,69+1981,60)/2 \\ &= 1981,65m^2 \end{aligned}$$

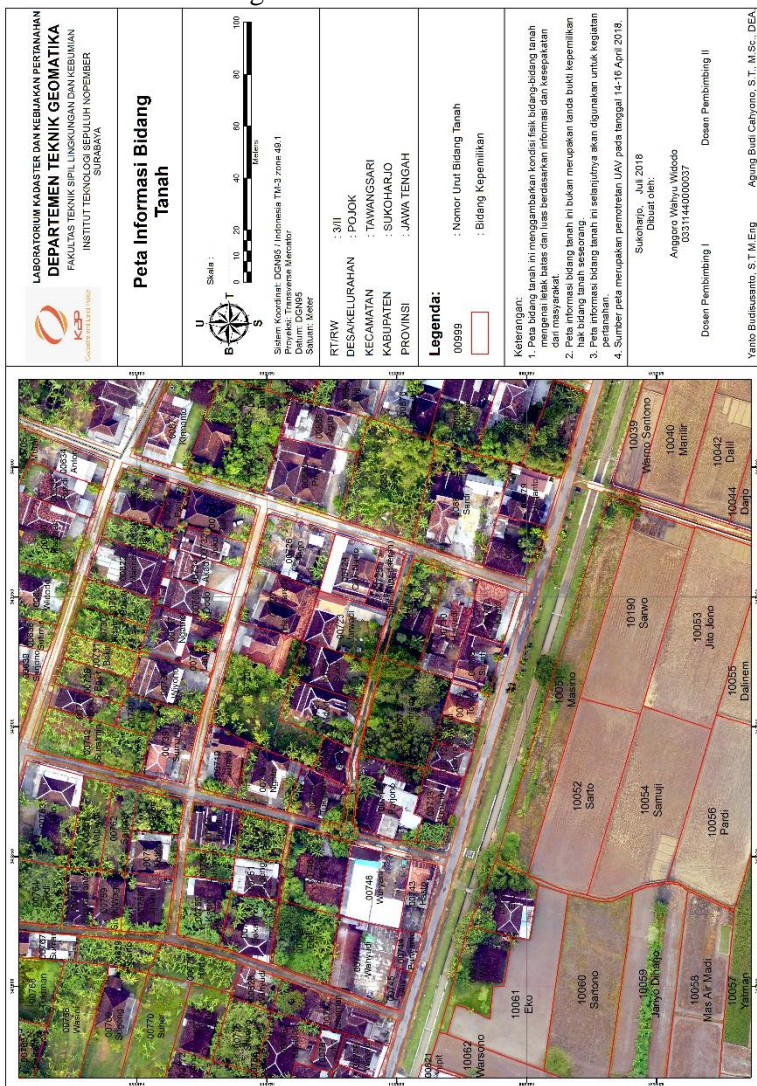
Luas Bidang Tanah Hasil Digitasi (didapatkan langsung dari *software* ArcGIS) = 1080,24m²

$$\begin{aligned} \text{Sehingga, selisih antara luas pengukuran dan luas hasil digitasi} \\ &= 1981,65-1080,24 \\ &= 1,41m^2 \end{aligned}$$



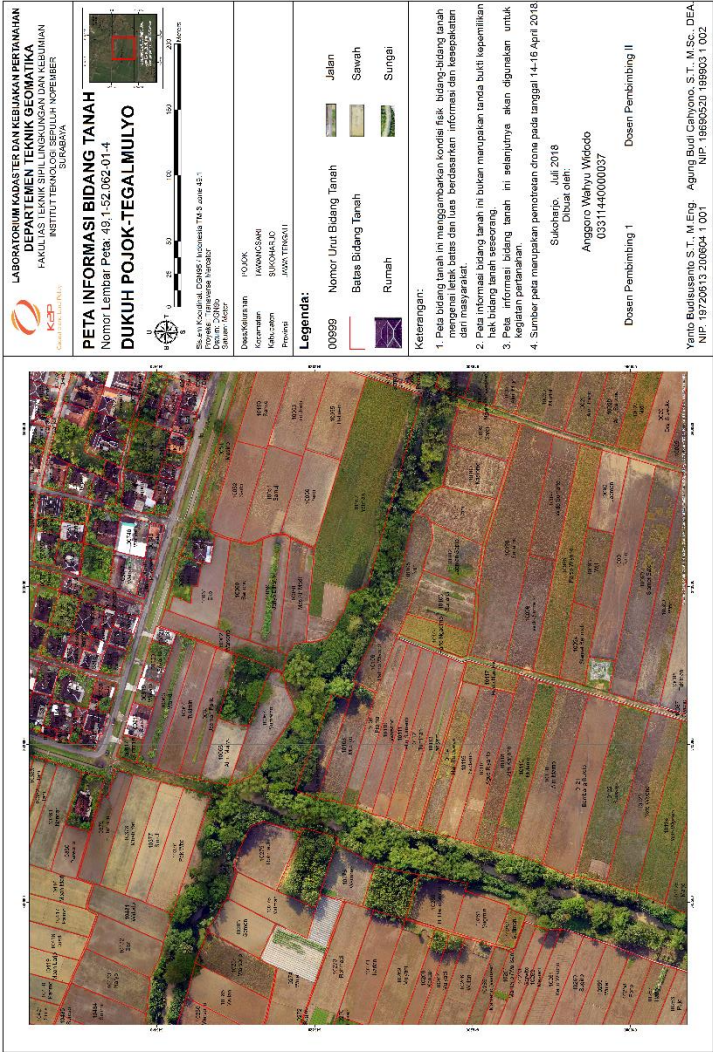
Lampiran 10 (untuk lebih jelasnya, peta terpisah dari laporan)

Peta Informasi Bidang Tanah



Gambar 23. Peta Informasi Bidang Tanah Desa Pojok RT 3 RW 2

Lampiran 11 (untuk lebih jelasnya, peta terpisah dari laporan)
Peta Informasi Bidang Tanah berdasarkan NLP (No. Lembar Peta)



Gambar 24. Peta Informasi Bidang Tanah (49,1-52.062-01-4)

BIODATA PENULIS



Anggoro Wahyu Widodo, Penulis dilahirkan di Sukoharjo Provinsi Jawa Tengah pada tanggal 5 Juli 1997. Merupakan anak pertama dari 2 bersaudara. Penulis telah menempuh pendidikan formal di TK Pojok 1, MI Negeri Jetis Sukoharjo, SMP Negeri 1 Sukoharjo dan SMA Negeri 1 Sukoharjo. Setelah lulus dari SMA pada tahun 2014, penulis melanjutkan pendidikan jenjang perguruan tinggi di Program Studi Teknik Geomatika Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya. Selama masa perkuliahan, penulis juga aktif di organisasi intra kampus, diantaranya Departemen Keprofesian dan Keilmiahan HIMAGE-ITS 2015-2017, Departemen Riset dan Teknologi BEM FTSP-ITS 2015-2016 serta Departemen Sosial dan Masyarakat BEM FTSP 2016-2017 dan juga aktif dalam beberapa kegiatan seminar. Selain itu, penulis juga mengikuti pelatihan-pelatihan, seperti LKMM Pra-TD FTSP 2014, LKMM TD HIMAGE-ITS 2015 dan juga pelatihan Pendamping Keilmiahan FTSP-ITS 2016 serta aktif dalam kepanitiaan ditingkat jurusan hingga institut. Dalam penelitian tugas akhir, penulis mengambil bidang keahlian kadaster dengan judul *“Pembuatan Peta Informasi Bidang Tanah (PIBT) Menggunakan Wahana Drone Jenis Quadcopter Dalam Mendukung Pendaftaran Tanah Sistematis Lengkap (PTSL) (Studi Kasus: Desa Pojok, Kec. Tawang Sari, Kab. Sukoharjo)”*.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”